

## Sur la célérité des purs signaux comme limite supérieure ou inférieure

A. AVRAMESCO, 4/12/11  
avramesco.1-12@orange.fr

RÉSUMÉ. On éclaireit sur un cas élémentaire les traits physiques essentiels de vitesses apparentes supérieures à la célérité de purs signaux.

ABSTRACT. It is shown how an elementary case gives the essential features of velocities apparently greater than for pure signals.

### I. Introduction

On a beaucoup publié ces temps derniers sur le supraluminal, quoique les origines expérimentales de ce renouveau ne se soient pas avérées convaincantes [1]. Il a paru utile de rappeler à quel point les représentations en mathématiques quantiques [2] rendent naturels les traits principaux de célérités apparentes supérieures à  $c$ .

### II. Rappel

La publication [2] a montré comment la quantification des intervalles entre évènements fait saillir tout à la fois la base quantique  $E = h\nu$  et les formules de Lorentz-Einstein. On en reprend ici les éléments indispensables dans le cas où la topologie des graphes associés ne connaît que deux sortes de voisinages de points, "droite" et "gauche" — en transcription classique : une seule dimension d'espace —. En termes de graphes orientés acycliques, on doit alors suivre des sous-programmes partiels caractérisés en particulier par un temps de (quasi-)période  $\tau_0 = 1/\nu_0 = \lambda_0/c$  —  $\lambda_0$  longueur de Compton —. En outre, on use du caractère "vraiment remarquable" [3] de l'identité des formules de transformation, lors d'un changement de repère, pour l'énergie-masse d'une particule et pour l'énergie d'un "complexe de lumière" symétrique. A une dimension, cela revient à d'égales quantités de photons se propageant "vers la droite" et "vers la gauche", les sous-graphes connexes correspondants donnant les représentations des "particules"

quantomécaniques, "corpuscondes" de de Broglie ou "quants" de Bunge — on dira ci-dessous : des **quants**.

S'il y a cette égalité de nombres de flèches-éléments de photons, le temps caractéristique n'est pas purement relatif, et il définit un repère propre ("masse au repos" non nulle) ; il est alors nécessaire

1) de mettre l'accent sur des temps-fréquences caractéristiques au lieu de la notion de masse

2) de saisir un repère, non plus par l'image de voyage sur une grille spatio-temporelle préétablie, mais par plongement beaucoup plus directement physique dans un bain universel de signaux, d'échanges, de {coïncidences = [événements communs à divers quants] = [sommets communs aux divers sous-graphes correspondants]}.

On est ainsi amené à percevoir comment le rapport Doppler  $\chi$ , entre fréquences d'un signal lors des changements de repères, est grandeur fondamentale, et *c'est d'après ce Doppler que doit être définie la vitesse réduite relative de ces repères*

$$w = v/c = (1 - \chi^2) / (1 + \chi^2).$$

Il faut de même percevoir énergie  $E$  et impulsion  $p$  d'après

$$E = h \nu_0 \cdot (1/\chi + \chi) / 2 \quad pc = h \nu_0 \cdot (1/\chi - \chi) / 2$$

et non en temps abstrait, espace plus abstrait encore, ou masse. De là, on obtient le schéma de base d'un quanton à *temps propre* (fig. 1,  $\chi = 1$  et  $w = 0$  en repère propre)

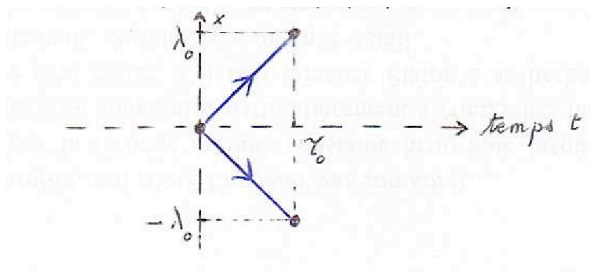


Figure 1

avec les pentes  $\pm c$ , schéma qui s'étale en cône du futur sous la forme

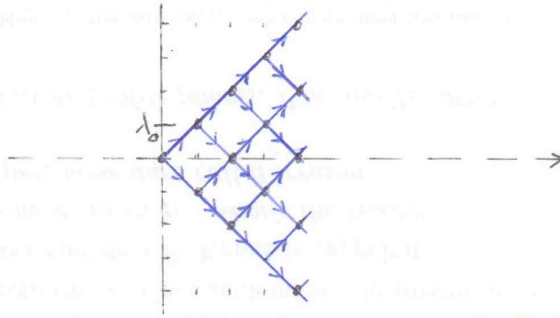


Figure 2

de façon qu'on ait pour chaque addition de  $\tau_0$  une nouvelle flèche "ascendante" ("vers la droite", abscisses positives) **et** une nouvelle flèche "descendante" (vers absc.  $<0$ ), symétriques dans le repère propre par rapport à l'axe de déroulement, de temps propre : condition redonnant à la fois la condition d'abscisse moyenne nulle dans le repère propre, puis dans tout repère la définition de l'impulsion et la relation entre E et p. En dehors de cette condition, les deux flèches ajoutées demeurent arbitraires, dans le cône du sous-graphe, jusqu'à évènement commun avec un autre quanton : le sous-programme ne détermine pas à lui seul les futures coïncidences (indétermination partielle).

Dans le passage à un repère quelconque, les flèches "ascendantes" sont étirées suivant  $1/\chi$  (cas  $1 > \chi > 0$  ou  $w > 0$ , donc diminution de la fréquence des signaux correspondants dans le sens du "déplacement") et de même les flèches "descendantes" rétrécies par  $\chi$ . Les formules d'énergie-impulsion reflètent ainsi simplement pour l'énergie le nombre total de flèches (nombre de fois h), et pour l'impulsion la différence des nombres d'ascendantes et descendantes, en respectant le  $p = E/c$  associé aux purs signaux, aux flèches d'un type déterminé (équivalents d'éléments de photons).

L'intérêt, capital, de la notion d'acyclicité ([aucun sommet n'est à la fois départ et arrivée d'un ensemble de flèches consécutives] = [aucun évènement n'est l'une de ses propres causes]) est qu'elle n'interdit pas l'existence de flèches "à l'envers du temps"

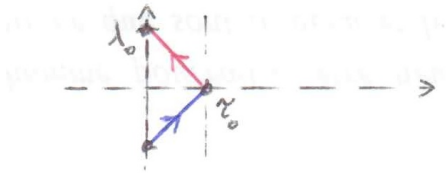


Figure 3

sur des étendues limitées certes, mais aussi grandes qu'on le veut :

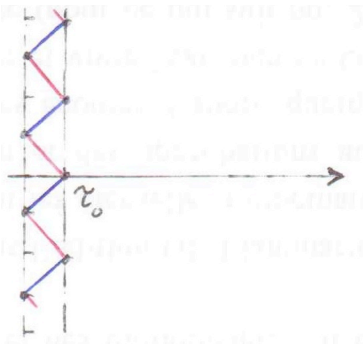


Figure 4

### III. Complément

On a ainsi (fig. 4) : possibilité de vitesse infinie puisqu'il y a déplacement global aussi grand qu'on le veut en temps très petit ou nul ; énergie nulle ou très faible puisqu'il y a autant de flèches "positives" que "négatives", éventuellement à une unité près ; impulsion réelle mais jamais nulle (cette propriété interdit l'extension directe de la transformation de Fourier). Cela correspond précisément aux tachyons perçus par Sudarshan *et al.* [4] et nommés par Feinberg : mais il n'est plus question de masse imaginaire, ce qui serait de sens physique douteux, alors que la représentation en graphes éclaircit les choses, comme on va voir.

Pour traduire les dessins ci-dessus par le calcul, donc avoir une énergie nulle à temps propre fixé, il faut seulement chercher le Doppler qui donne  $E = 0$ , donc

$$1/\chi + \chi = 0, \quad \chi = \pm i .$$

On retrouve  $w = (1 - i^2) / (1 + i^2)$  infinie etc. Plus généralement, on aura un rapport  $\chi = i\chi'$ ,  $\chi'$  réel, ce qui revient à faire de la droite correspondant à la célérité  $c$  un axe de symétrie pour étendre les figures 1 et 2

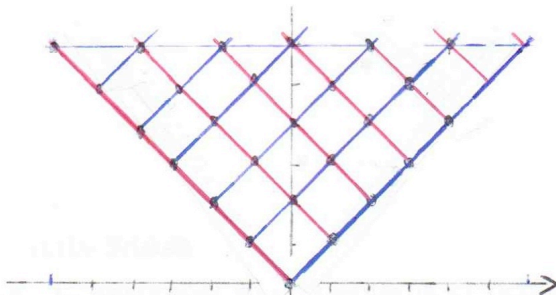


Figure 5

De là, d'abord

$$w = (1 + \chi'^2) / (1 - \chi'^2), \text{ supraluminale.}$$

Ensuite, énergies et impulsion demeurent réelles dans le respect du groupe de changement de repères si on pose

$$v_0 = i f_0, \quad f_0 \text{ réel}$$

ce qui est l'expression d'un facteur d'amortissement comme il est classique en ondes évanescentes, effet tunnel etc. Mais alors les chances d'existence d'un sous-programme supraluminale ou tachyon sont réduites, par la possibilité de coïncidences de nombre rapidement croissant lorsqu'on va "à l'envers" du temps global. Il n'y a plus de périodicité en temps, mais au contraire un caractère fugace, les évènements en cause étant repérables seulement dans un tableau d'ensemble postérieur.

### III. Conclusion

Il était déjà remarquable que la simplicité des schémas en graphes restitue si vite à la fois une interprétation immédiate du  $E = h v$  fondamental et le groupe de Lorentz-Einstein. Il est encore plus remarquable que s'y insère

aussi simplement le supraluminal, sans contradiction avec un temps assez global de sens défini.

Quels que soient les résultats expérimentaux actuels, les considérations ci-dessus sont donc autant de nouvelles indications en faveur de la matérialisation, un jour ou l'autre, des intuitions de Sudarshan *et al.*

### Références

- [1] R. A. J. van Elburg, Times of flight between a source and a detector observed from a GPS satellite, arXiv:1110.26285v1, 12 oct. 2011.
- [2] Annales de la Fondation Louis de Broglie, vol. 28, n° 2, 2003.
- [3] A. Einstein, Zur Elektrodynamik bewegten Körper, Annalen der Physik, 17, 1905.
- [4] O. M. Bilaniuk and E. C. G. Sudarshan, Particles beyond the light barrier, Physics Today, may 1969 et réf. incluses.

*(Manuscrit reçu le 7 décembre 2011)*