

LE TEMPS TRIVECTEUR

PIERRE DEMERS



Sommaire

"Le temps est un vecteur, un peu à la manière de l'espace qui a 3 dimensions, et il faut en tenir compte dans certains calculs de la physique".
Telle est l'idée proposée par Pierre Demers en 1974, qu'il a publiée en 1975. Cette idée a, depuis 1975, été adoptée par plusieurs auteurs étrangers, qui en ont développé divers aspects. D'autres physiciens préfèrent ignorer cette idée. Pierre Demers rassemble pour la première fois dans ce recueil, ses propres travaux sur le temps trivecteur, et les publications qui lui sont connues actuellement, sur ce sujet. Ces dernières sont reproduites ici par permission spéciale.

1980

Montréal

Presses universitaires de Montréal

P. U. M.



Bibliothèque Nationale du Québec

Ce fascicule présente des textes de
Pierre Demars et d'autres auteurs, sur le
TEMPS TRIVECTOR. Le TEMPS TRIVECTOR a
été préparé par Pierre Demars en 1973 et
en 1974. Ses textes sont présentés au
début du recueil, puis viennent les
textes des autres auteurs ayant écrit sur
le TEMPS TRIVECTOR, en s'inspirant des
publications de Pierre Demars. En dernier
lieu, viennent des documents ayant une
relation avec TEMPS TRIVECTOR, mais
moins immédiates.

Les textes sont précédés d'une
introduction préparée après pour les
fins de ce recueil T T

A l'intérieur de chaque section,
l'ordre est le plus souvent
anachronologique.

Chapitre I

Textes de Pierre Demars sur le
TEMPS TRIVECTOR

Chapitre II

Textes d'autres auteurs, inspirés
par ceux de Pierre Demars, sur le
TEMPS TRIVECTOR

Chapitre III

Documents divers, ayant un lien avec le
TEMPS TRIVECTOR

Ce Recueil pourra servir à l'enseignement

Ce recueil présente des textes de Pierre Demers et d'autres auteurs, sur le TEMPS TRIVECTEUR. Le TEMPS TRIVECTEUR a été proposé par Pierre Demers en 1975 et en 1974. Ses textes sont présentés au début du recueil, puis viennent les textes des autres auteurs ayant écrit sur le TEMPS TRIVECTEUR, en s'inspirant des publications de Pierre Demers. En dernier lieu, viennent des documents ayant une relation avec TEMPS TRIVECTEUR, mais moins immédiate.

Les textes sont précédés d'une introduction préparée exprès pour les fins de ce recueil.

A l'intérieur de chaque section, l'ordre est le plus souvent antichronologique.

Chapitre I

Textes de Pierre Demers sur le
TEMPS TRIVECTEUR

Chapitre II

Textes d'autres auteurs, inspirés
par ceux de Pierre Demers, sur le
TEMPS TRIVECTEUR

Chapitre III

Documents divers, ayant un lien avec le
TEMPS TRIVECTEUR

Ce Recueil pourra servir à l'enseignement

Textes de Pierre Demers sur le
TEMPS TRIVECTEUR

THE DIRECTOR

Afin de présenter l'idée du TEMPS
TRIVECTEUR, voici, en tout premier lieu,
un texte encore inédit de Pierre Demers,
écrit du point de vue de la philosophie.
Il sera peut-être publié dans Dialogue, ou
dans Philosophiques.

Il est daté du 9 janvier 1980.

Ce texte s'intitule:
"Qu'est-ce que le TEMPS TRIVECTEUR?"

T
T
T

QU'EST-CE QUE LE TEMPS TRIVECTEUR?

Qu'est-ce que le Temps?

Voilà bien petite question pour bien grand mystère!

Nous ne ferons qu'évoquer les noms de quelques philosophes, entre autres, qui ont cherché une réponse: Platon, Aristote, Saint-Augustin, Descartes, Kant, Hegel, Marx et Bergson. Le problème du temps se rattache à celui-là même de l'existence et de notre existence, il ne peut laisser personne indifférent, il est évocateur de vie et de mort, de création et d'éternité. Quant à ses aspects physiques et astronomiques, on peut rappeler les noms de Lorentz, Einstein, Minkowski, Poincaré et Langevin¹, et ceux de Galilée et de Newton.

Galilée et Newton ont défini la notion de mouvement uniforme en l'absence de forces imposées, et par là, ils montrèrent l'association fondamentale du temps et de l'espace dans la vitesse, constante de ce mouvement, ils ont ainsi créé la relativité Galiléenne. Les autres, parmi lesquels Einstein est le plus célèbre, montrèrent que le temps, l'espace et la vitesse sont associés de façon encore plus intime que l'on ne croyait, à tel point qu'il est impossible de définir le temps indépendamment de l'espace et de la vitesse. C'est ce qu'on appelle la relativité du temps. Nous dirons qu'ils ont créé la relativité Einsteinienne ou relativité restreinte.

Le temps trivecteur est une nouveauté. Disons dès l'abord qu'il est une fiction physico-mathématique, possédant des applications dans la physique de la relativité restreinte et dans la physique des particules élémentaires. Afin d'exposer l'origine de cette notion et ses applications, nous procéderons par énoncés.

I. Temps et Espace sont associés de Façon antagoniste

1. La relativité Galiléenne et la relativité restreinte nous ont habitués à associer tout naturellement temps et espace pour en former un invariant concernant le mouvement uniforme en l'absence de forces imposées, la vitesse, résultat d'une division, où temps et espace jouent les rôles antagonistes de diviseur et de dividende, respectivement, par rapport à la valeur de la vitesse, constante du mouvement.

$$\text{vitesse} = \text{espace} \div \text{temps} = \text{constante} \quad \text{Equation d'invariance "de Galilée"}$$

Si la vitesse de l'objet ou de la particule est ainsi appréciée par un premier observateur, puis par un deuxième observateur en mouvement uniforme par rapport au premier, la nouvelle vitesse est différente, mais elle est constante. Les 2 observateurs appartiennent l'un et l'autre à ce qu'on appelle des systèmes ou des référentiels Galiléens, nous dirons qu'ils sont eux aussi Galiléens.

2. Plusieurs philosophes ont examiné de façon disjointe le temps et l'espace, cependant, la plupart leur reconnaissent ce caractère commun, de former un cadre, cadre que nous concevons comme existant indépendamment des objets que ce cadre sert à décrire. Nous imaginons temps et espace dans le vide absolu, au contraire des caractères de masse, de vitesse, de force, lesquels réclament nécessairement un objet.

Qu'à l'intérieur de ce cadre, temps et espace soient antagonistes, cela peut se rattacher à certaines expériences humaines. Ne parlons-nous pas d'une lutte contre l'horloge, lorsqu'il s'agit de franchir un espace, lorsqu'il nous importe, pour quelque fin humaine, de gagner un endroit éloigné? Ne voudrions-nous pas, dans ces circonstances, ralentir l'écoulement du temps, obstacle à nos désirs et à nos besoins?

L'antagonisme en question se manifeste encore par le caractère très concret de l'espace, que nous pouvons saisir, laisser et reprendre, maîtriser et dominer, au contraire du temps au caractère fugace, insaisissable et irréversible, qui passe quoi qu'on fasse. Le temps et la mort ont eu raison de César, Napoléon et Hitler, conquérants et dominateurs d'espaces.

Il se trouve au moins un philosophe, ayant fait mention de l'opposition entre temps et espace², que nous mettons ici en évidence.

3. Le caractère primordial de la vitesse, laquelle est une association antagoniste de temps et d'espace, résulte encore des observations de Piaget. Piaget a reconnu, dans son épistémologie génétique, que le concept de vitesse précède, chez l'enfant, les concepts de temps et d'espace. Les physiologistes aussi reconnaissent à la vitesse un rôle primordial, puisque les sensations résultent, règle générale, des variations du stimulus, alors qu'un stimulus permanent est inefficace. Ainsi, une image rigoureusement fixe sur la rétine, devient complètement indiscernable en moins d'une minute. C'est l'effet Troxler.

4. Cet antagonisme se trouve affirmé en physique, par le caractère universel et invariant d'une certaine vitesse, qui est celle de la lumière, désignée par la lettre c . Cette vitesse est la même dans tous les systèmes Galiléens. Deux observateurs Galiléens en mouvement mutuel,

jugent différemment de la vitesse d'un objet usuel. Supposons l'un de ces observateurs assis dans un train en mouvement, l'autre immobile le long de la voie. Ils jugent différemment de la vitesse d'un voyageur déambulant dans le corridor du train. Mais si le voyageur déambulant est remplacé par un rayon lumineux, les deux observateurs s'accordent sur la vitesse de ce rayon, et lui trouvent la valeur unique c , exactement.

Cette vitesse dépasse celle de tous les objets usuels et de toutes les particules de la physique. Elle est une espèce de vitesse limite ou de limite asymptotique, elle forme un étalon naturel de vitesse. Décidons que cette vitesse vaut l'unité, et que les unités de temps et d'espace sont choisies en conséquence. Nous obtenons alors cette équation très fondamentale.

espace + temps = 1 ($c = 1$) Equation d'invariance "de la lumière"
Cela revient à choisir par exemple, le mètre SI pour l'unité d'espace, et alors l'unité de temps est le "mètre-lumière", soit sensiblement un trois cent millionième de seconde.

Il n'existe pas dans la nature, de temps étalon ou d'espace étalon doués d'invariance à un tel degré.

Ces considérations, et spécialement la dernière équation, affirment encore combien intimement temps et espace sont associés, et de façon antagoniste, par la nature même de l'univers.

II. Temps égale Anti-espace; Espace égale Anti-temps

Tout ce qui précède suggère que l'on cherche à comprendre la nature du temps par opposition à celle de l'espace, et réciproquement. Or il existe en physique un précédent. Dirac a proposé, sur la base d'une recherche très générale de symétrie dans la nature, qu'à l'électron négatif connu, devait correspondre un anti-électron, opposé à l'électron, notamment par son signe. Depuis lors, cette idée a fait fortune, il n'est guère de particule élémentaire qui ne possède son anti-particule, il existe de la matière et de l'anti-matière.

Mis par un semblable souci de symétrie dans la nature, nous proposons ici que le temps est anti-espace, que l'espace est anti-temps.. Un tel énoncé devrait satisfaire l'esprit d'un esthète, d'un philosophe ou d'un logicien. Il ouvre une voie de réflexion au physicien.

Il reste à développer cette idée au moyen d'analogies, par exemple avec le sujet des particules élémentaires, qui existent par paires (particule, anti-particule). La paire qui est en jeu ici peut s'appeler indifféremment (temps, espace), (temps, anti-temps), (anti-espace, espace).

III. Le Temps est un Trivecteur

En regard même des principes de symétrie qui ont présidé à sa constitution, la paire ci-dessus souffre d'un grave défaut. Ce défaut concerne le nombre des dimensions du temps et de l'anti-temps.

Chacun sait que l'espace est tridimensionnel. Or le temps est unidimensionnel. Cela ressort des remarques que voici, par exemple. L'espace est multiple sur la carte entre Montréal et Québec. On peut le franchir par la rive nord, par la rive sud, par bateau, en avion, etc. En revanche, la durée entre deux dates du calendrier ne peut se franchir que d'une seule manière, à la manière d'un crayon traçant une ligne droite sur l'échelle des temps; sur cette échelle, il n'y a ni droite ni gauche, ni haut ni bas: il n'y a que en avant et en arrière. Le temps de notre intuition et de notre expérience n'a qu'une dimension, l'espace en a manifestement trois, de sorte que notre paire souffre d'un manque de symétrie dans le rapport de trois à un.

Pour réparer ce défaut, il serait futile de vouloir ramener de trois à un le nombre des dimensions de l'espace. En revanche, il n'y a pas d'absurdité à accorder au temps des dimensions échappant à l'intuition, mais intervenant dans certains calculs. En accordant ainsi au temps un total de trois telles dimensions, nous rétablissons la symétrie, le rapport des dimensions dans la paire devient trois à trois.

Nous proposons donc que le temps, pour les fins de certains calculs, est un trivecteur. Le vecteur temps, pour la plupart des usages, n'intervient que par son module, égal au temps ordinaire de notre intuition. Nous accordons au vecteur temps trois composantes, que nous pouvons regarder comme des fonctions auxiliaires, et que nous pouvons désigner par t_x , t_y , t_z . Nous avons le droit de dire que ces composantes respectent le groupe de Poincaré pour la rotation: c'est une manière d'exprimer que, pour un temps donné, le vecteur temps peut prendre une orientation arbitraire, mais doit conserver une longueur ou un module donnés. Le groupe de Poincaré pour la rotation revient à affirmer qu'un bâton ne change pas de longueur lorsqu'on le fait tourner. On parle aussi du groupe de Poincaré pour la translation, qui concerne les déplacements sans rotations.

L'une de ces composantes peut se choisir à volonté, disons tx. Une deuxième encore, disons ty. Mais, pour un temps donné, la troisième composante, tz, est imposée.

Il se produit d'autres situations en physique, où des fonctions auxiliaires se prêtent à ajustement à volonté, pourvu qu'une certaine résultante de ces fonctions possède la valeur voulue. C'est le cas notoirement de toutes les fonctions d'onde de Schroedinger. Lorsque Schroedinger découvrit les fonctions d'onde, il crut d'abord qu'elles étaient simples. A son grand étonnement, il dut se rendre à l'évidence: elles viennent par paires, qu'on appelle volontiers psi et psi conjugué. Seule leur association sous la forme d'un produit possède une valeur imposée, l'expression disons de psi, admet d'être ajustée dans de larges limites, l'expression de psi conjugué est alors imposée.

Dans ce qu'on appelle l'Univers de Minkowski, un événement est décrit par une paire temps, espace. Avec le temps ordinaire, il faut quatre dimensions.

$$t, \quad x, y, z$$

Avec le vecteur temps, l'Univers de Minkowski nouveau requiert six dimensions. Il faut six nombres pour désigner un événement.

$$tx, ty, tz, \quad x, y, z$$

Il n'y a pas de relation particulière entre tx et x, ty et y, tz et z.

Signalons une analogie entre la théorie du temps trivecteur et la la théorie statistique des erreurs. Dans les deux théories, on peut se rendre compte que le groupe de Poincaré pour la rotation est respecté, mais que celui pour la translation n'est pas respecté.

IV. Le Temps Trivecteur intervient dans la Théorie des Tachyons.

Certains physiciens ont spéculé sur la possibilité qu'il existe des particules plus rapides que la lumière, et ils ont appelé tachyons ces particules hypothétiques. Ils ont de ce fait introduit une classification des particules basée sur la vitesse.

inférieure à un bradyons de bradus, lent (grec)

égale à un photons ou luxons de photos et lux, lumière (grec et latin)

supérieure à un tachyons de takhus, rapide (grec)

La classe des photons ne renferme, de l'accord unanime, que des particules sans masse au repos, elles n'existent qu'en mouvement, et ne peuvent que disparaître si on les arrête. La classe des bradyons renferme toutes les particules usuelles ayant une masse au repos. Selon ce qu'on appelle le deuxième principe de la relativité restreinte, ces particules ne peuvent être portées à une vitesse égale ou supérieure à l'unité, parce que cela demanderait une dépense d'énergie infinie. Toute l'énergie disponible dans l'univers n'y suffirait pas. Déjà pour que la vitesse passe de 0,990 à 0,995, la dépense est sensiblement la même que pour passer de 0,000 à 0,990.

Pour ces particules usuelles, la vitesse unité apparaît comme une limite asymptotique régissant une condition d'absurdité: il est aussi absurde de parler de vitesse égale ou supérieure à l'unité, que de parler de températures égales ou inférieures au zéro absolu. S'approcher du zéro absolu requiert aussi une grande dépense d'énergie.

Malgré ces difficultés théoriques, et malgré les résultats négatifs d'expériences destinées à les déceler, plusieurs théoriciens ont poursuivi des calculs sur les tachyons.

De toute façon, il faut envisager le calcul des transformations supraluminales, c'est-à-dire, la solution du problème suivant: comment l'espace et le temps se transforment-ils, pour un observateur, lorsque la vitesse est supraluminale, ou supérieure à l'unité? Pour les bradyons et les vitesses infraluminales, la transformation est celle de Lorentz en relativité restreinte, les espaces sont raccourcis le long de la direction du mouvement, les temps sont ralentis. Si leur vitesse devient presque égale à l'unité, l'espace le long de la direction du mouvement tend vers zéro, l'écoulement du temps tend à s'annuler.

Qu'arriverait-il si la vitesse dépassait l'unité?

Une réponse particulièrement catégorique est que la dimension d'espace le long de la direction du mouvement se comporterait comme une dimension de temps, et que la dimension de temps se comporterait comme une dimension nouvelle d'espace le long de la direction du mouvement. Cette réponse a été formulée avec le temps ordinaire unidimensionnel. Quant aux dimensions d'espace transversales à la direction du mouvement, il n'y a pas de solution acceptable, le calcul ne conduit qu'à des absurdités³.

D'autres auteurs ont présenté des calculs élaborés⁴, sans arriver à des réponses définitives, du moins espèrent-ils s'en être rapprochés.

Dans les travaux les plus récents⁵, les auteurs ont recours au temps trivecteur. La symétrie qui se présente alors dans les formules mathématiques, entre les variables de temps et d'espace, comptant l'une et l'autre trois termes, autorise des espoirs supplémentaires d'arriver à une réponse définitive. Un calcul récent se fait remarquer⁶. Il double

les six dimensions proposées plus haut. Il pose l'hypothèse qu'il faut 12 nombres pour désigner un événement. Voici comment on peut énumérer ces 12 nombres. R désigne réel, I désigne imaginaire, parce que les auteurs proposent que chacune des dimensions précédentes possède une partie réelle et une partie imaginaire, formant un nombre complexe.

txR, txI; tyR, tyI; tzR, tzI xR, xI; yR, yI; zR, zI

Plus on ajoute d'éléments mathématiques au départ, plus on accroît les chances d'arriver à une solution mathématiquement acceptable. Mais il devient d'autant plus difficile d'appliquer cette solution à l'intuition et à l'expérience.

Il faut dire que certains modèles des quarks, eux-mêmes considérés, à l'heure actuelle, comme constituants fondamentaux des particules élémentaires, réclament des instantons (dont le nom évoque vitesse supraluminale), des sacs, des ficelles et des nuages de ficelles⁷.

Concluons: il n'existe, à l'heure actuelle, d'évidence ni théorique ni expérimentale en faveur de la possibilité des tachyons. Leur possibilité se rattache à celle, fortement contestable, des monopôles magnétiques.

V. Le Temps Trivecteur suggère une Preuve de l'Impossibilité des Tachyons

Etant donné ce qui précède, voilà comment on peut présenter cette preuve, qui résoud le problème des tachyons en respectant le deuxième principe de la relativité restreinte⁸.

Temps et espace sont presque de la même nature, une différence importante étant que le trivecteur temps ne manifeste pas ses trois dimensions, au contraire du trivecteur espace. Lequel de ces deux

trivecteurs est le temps, et lequel est l'espace, cela est régi par la nécessité de respecter le deuxième principe, celui qui interdit d'observer, pour une particule usuelle ayant une masse au repos, une vitesse supérieure à l'unité.

Examinons donc le cas d'une telle particule, de vitesse telle qu'elle soit un bradyon. Pas de problème, le quotient espace + temps est inférieur à un. Nous allons nous accorder imaginaiement la permission de toucher, puis de franchir la limite de la vitesse unité, de sorte que nous devons avoir un tachyon, étant donné le quotient.

espace + temps supérieur à un

Voici la solution proposée. L'espace est devenu du temps, le temps est devenu de l'espace. Le quotient est supérieur à un, mais il est l'inverse d'une vitesse.

temps + espace supérieur à un

espace + temps inférieur à un

Le temps nouveau apparaît avec une seule dimension, l'espace nouveau apparaît avec trois dimensions qui étaient d'avance disponibles.

La traversée de la limite que nous nous étions accordée imaginaiement, s'est accompagnée d'une sorte de réflexion avec échange mutuel du temps et de l'espace, annulant l'effet escompté. Nous pensions obtenir un tachyon, mais nous ne trouvons qu'un bradyon.

Le trivecteur temps nous donne donc un moyen supplémentaire de nous enfermer dans un monde de bradyons et de photons, d'où les vitesses supérieures à l'unité sont exclues comme absurdes.

Si on examine plutôt un train de vitesse tachyonique, le résultat n'est pas facile à interpréter: son espace devient du temps, le temps de son horloge devient longueur, largeur, hauteur.

VI. Le Temps Trivecteur trouve sa place dans un Modèle bio-mathématique des Perceptions humaines

Ce modèle bio-mathématique unitaire est basé sur des analogies entre les équations d'invariance que l'on rencontre lorsqu'on étudie l'espace et le temps d'une part, et les diverses perceptions physiologiques telles que la couleur, où l'on peut reconnaître aussi des paires d'éléments quantifiables formant des trivecteurs antagonistes⁹.

Historique et Conclusion

A la vérité, l'idée du modèle unitaire¹⁰ a précédé l'idée du temps trivecteur, publiée en 1975¹¹. L'idée du temps trivecteur a, depuis lors, aidé à reconnaître que le groupe de Lorentz, important en relativité restreinte, s'applique, dans ce modèle, aux perceptions physiologiques comme la couleur, l'audition musicale, etc⁹.

Tridimensionnel à certains égards, le temps devient ainsi moins différent de l'espace que nous savons maîtriser. Pouvons-nous entretenir, par suite, un espoir de pénétrer un peu la nature et le mystère redoutable du temps et de l'existence?

Pour conclure, faudrait-il adopter le cadre d'une épistémologie mathématique de la nature, suggérée par une remarque de Dirac¹², comprenant la nature du temps et des autres perceptions objectives et subjectives? Dans ce cadre, faudrait-il accorder une vertu particulière¹³ au nombre magique trois?

Pierre Demers

Département de Physique, Université de Montréal
et
Centre québécois de la Couleur, 1200 Latour,
Saint-Laurent, H4L 4S4 Québec

Références

- 1 Dictionnaire-Encyclopédie Quillet-Grolier (ca 1970), Article Temps
- 2 J. Cohen (1971), Time in Space and Philosophy, Time in Psychology, pp. 153-164, Zeman Dir. Publ., Elsevier
- 3 A. Antippa (1970), Tachyon-Bradyon Reciprocity in a causal Theory of Tachyons with real Mass, UQTR-TH-1; (1974), General three dimensional supraluminal Transformations and Tachyon Kinematics, Physical Review D 11, pp. 724-739
- 4 E. Recami et R. Mignani (1974), (Transformations supraluminales), Riv. Nuovo Cimento 4, pp. 209 ssq..
- 5 E. A. Cole (1977), Superluminal Transformations using complex Space-Time or real Space-Time Symmetry, Nuovo Cimento 40A, pp. 171-180.; (1978), Subluminal and superluminal Transformations in six-dimensional Relativity, Nuovo Cimento 44B, pp. 157-166; (1980), Particle Decay in six-dimensional Relativity, J. Phys. A., MG, 13, 109-115
- G. Dattoli et R. Mignani (1978), Formulation of Electromagnetism in a six dimensional Space-Time, Lett. Nuovo Cimento 22, pp. 65-68.
- N. S. Kalitzin (1975), Multitemporal Theory of Relativity, Dir. Publ. R. G. Zaikov et D. G. Fakirov, Sofia.
- R. Mignani et E. Recami (1976), Duration Length Symmetry in complex three-Space and interpreting Supraluminal Lorentz Transformations Lett. Nuovo Cimento 16, pp. 442-452.
- P. T. Pappas (1978), Physics in six Dimensions: an axiomatic Formulation, Lett. Nuovo Cimento 22, pp. 601-607 : contient réf. à Pappas (1975), The Principle of universal Symmetry, et à Pappas (1976), A physical Theory in six Dimensions; (1979), The "Three-dimensional Time" Equation, Lett. Nuovo Cimento 25, pp. 425-434.
- Th. S. Theocharis (1977), Communication privée, Imp. Coll. Sc. Tech..
- V. Vysin (1978), Approach to Tachyon Monopoles in R6 Space, Lett. Nuovo Cimento 22, pp. 76-80.

- 6 C. Ramon et E. Rauscher (1980), Supraluminal Transformations in complex Minkowski Space, Foundations of Physics, sous presse
- 7 C. Bernard (1979), Gauge zero Modes, Instanton Determinants and Quantum Chromodynamics Calculations, Physical Review D, 19, pp. 3013-3019
- 8 P. Demers (1978), Qu'est-ce-que le Temps? Une Réponse tirée d'un Modèle unitaire, basé sur l'Analyse de la Perception colorée. (Une solution au Problème des Tachyons, Particules hypothétiques plus rapides que la Lumière), Rencontre des Arts et des Sciences de la Couleur, Ann. ACFAS 45, No 3 et Presses universitaires de Montréal, Tome I, pp. 58-63; id., Ann. ACFAS 45, No 1, p. 155
- 9 P. Demers (1980), Modèle bio-mathématique unitaire de toutes les Perceptions humaines, Rev. Bio-mathématique, sous presse
- 10 P. Demers (1974), Journée d'Et. Prof. Dép. Phys. Univ. de Montréal, 30 avril
- 11 P. Demers (1975), Fondements communs de la Géométrie relativiste et de la Géométrie des Couleurs, Ann. ACFAS 42, No 1, p. 97; Symétrisation de la Longueur et du Temps dans un Espace de Lorentz C3 en Algèbre linéaire, pouvant servir en Théorie trichromatique des Couleurs, J. can. Physique 53, pp. 1687-1688 (reçu le 14 mai 1975)
- 12 P. M. A. Dirac (1963) sur une image mathématique de la nature: (... des progrès à venir, on découvrira d'abord les équations, et plus tard, après les avoir examinées, on apprendra graduellement comment les appliquer), Sc. Am. 208, No 5, pp. 45-53
- 13 P. Demers (1977), Nombres magiques en Epistémologie, Ann. ACFAS 44, No 1, p. 128

Voici un texte, plus immédiatement physique que le précédent-lequel était d'intention philosophique, il est daté du 2 novembre 1979.

Le texte que voici établit une analogie entre le TEMPS TRIVECTEUR et la théorie statistique des erreurs. Cette analogie est d'autant plus pertinente, que l'idée du temps est associée à l'établissement du désordre et à l'accroissement de l'entropie, donc à l'idée de processus aléatoire et d'erreur.

Ce texte établit aussi une analogie entre le TEMPS TRIVECTEUR et la constante de Planck, également avec les idées d'incertitude et d'erreur.

Ainsi TEMPS TRIVECTEUR, erreurs et constante de Planck sont associés. On peut parler à propos du TEMPS TRIVECTEUR, de la théorie de l'information.

On sait que Pierre Demers a résolu le problème des démons de Maxwell, qui se rattache à la valeur de la constante de Planck et à la théorie de l'information. (Voir, en 1976 G.-N. Hatsopoulos et E.-P. Gyftopoulos, A unified quantum Theory ... Found. of Physics, 6, 561-570).

Ce texte a été soumis à Lettere al Nuovo Cimento, qui demande des revisions mineures, tout en déclarant "enough new material to warrant eventual publication"... "improved version can be reconsidered for final acceptance".

Le titre de ce texte est:
"Le TEMPS TRIVECTEUR, la Théorie statistique des Erreurs et la Constante de Planck".

Le Temps Trivecteur, la Théorie statistique des Erreurs et
la Constante de Planck

Pierre Demers

Département de Physique de l'Université de Montréal, Québec,
et Centre québécois de la Couleur, 1200 Latour, Saint-Laurent, H4L 4S4, Québec

Pappas (1) est arrivé récemment à la conclusion que le trivecteur temps n'est pas exactement un vecteur dans un espace (figuratif) Euclidien. Mignani et Recami (2), et Cole (3) parlent aussi d'espace Euclidien pour ce trivecteur, à la suite de Demers (4), qui a parlé de géométrie d'Euclide et d'espace de Lorentz, lorsqu'il a proposé de considérer le temps à la manière d'un trivecteur.

Nous sommes arrivés à une conclusion qui ressemble à celle de Pappas ci-dessus, et qui s'exprime dans le langage des groupes. Cette conclusion est développée dans un article sous presse, Modèle biomathématique unitaire, descriptif de toutes les perceptions humaines (5). Voici un aperçu de la portion ici pertinente de cet article, suivi de quelques commentaires nouveaux.

Par suite de sa définition même, le trivecteur temps réalise le groupe de Poincaré pour la rotation des axes Pr , étant donné les 3 fonctions auxiliaires t_x, t_y, t_z , que nous appellerons plutôt t_1, t_2, t_3 .

$$t^2 = t_1^2 + t_2^2 + t_3^2$$

Seul le module de t est accessible à l'observation.

Par contre, cela ne peut avoir de sens, de déplacer l'origine d'un vecteur t_0 , lui aussi à 3 composantes, parce qu'alors, la résultante aurait à volonté une infinité de modules et de valeurs observables. En d'autres termes, le trivecteur temps ne réalise pas le groupe de Poincaré pour la translation de l'origine Pt . L'espace figuratif qu'il faut lui attribuer n'est donc pas tout à fait celui de la géométrie Euclidienne de l'espace ordinaire, où se réalisent Pr et Pt .

Or on trouve une situation tout à fait analogue, si l'on construit un espace figuratif pour un trivecteur erreur statistique σ à l'aide 3 fonctions auxiliaires $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. On se rapporte par exemple à la mesure d'une longueur par la mise bout à bout de 3 longueurs l_1, l_2, l_3 , chacune étant munie d'une erreur statistique indépendante de l'erreur statistique sur les autres. La formule est calquée sur la précédente, en remplaçant t par σ . On reconnaît la réalisation de Pr.

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2$$

Ici encore cela ne peut pas avoir de sens, de déplacer l'origine d'un vecteur σ_0 , parce qu'alors, nous aurions une infinité de valeurs pour le module du vecteur résultant de l'addition vectorielle de σ et de σ_0 , au contraire du résultat intuitif, savoir que des conditions définies conduisent à un résultat uniquement défini. L'espace du trivecteur σ ne réalise pas Pt.

Le rapprochement entre temps et erreur statistique s'accorde avec la notion que l'entropie est de nature statistique, et qu'il existe une relation entre entropie et temps.

J'aimerais encore signaler que l'idée du temps trivecteur, proposée par Demers (4), suggère une démonstration naturelle de la non-existence des tachyons et des vitesses supraluminales pour les particules (Qu'est-ce que le Temps? Une Réponse tirée du Modèle unitaire G3 basé sur l'Analyse de la Vision colorée. (Une Solution au Problème des Tachyons)) (6). Si cette conclusion est valable, on peut se demander où peuvent conduire des calculs remarquables comme ceux de Mignani et Recami, de Cole, de Pappas, et al., sur les transformations supraluminales.

Voici des considérations inédites sur le temps trivecteur, suggérées par le rapprochement avec la théorie statistique ci-dessus. Nous envisageons une particule et un événement. Le temps dont nous parlons n'a de sens que rapporté à tel événement. Rien ne nous empêche de choisir, pour décrire la position, des axes annulant y et z , la position peut toujours se décrire par la seule

coordonnée x , dès le moment où cette position est connue. A partir de ce moment, il est naturel de négliger les orientations possibles du trivecteur temps, autres que t_x , et de déclarer que ce trivecteur se réduit dès lors à sa composante t_x . Annuler les composantes t_y et t_z n'est pas plus artificiel qu'annuler les coordonnées y et z . Dans les 2 cas, cela résulte d'un choix approprié de trièdre, répondant au groupe Pr.

Ces dernières considérations possèdent peut-être davantage d'intérêt si on envisage une particule de la mécanique statistique, dans son mouvement entre 2 chocs, à partir d'une origine déterminée. Ce libre parcours étant entièrement indéterminé en direction, peut se figurer par un vecteur aboutissant à une sphère, aussi bien que le trivecteur temps. L'indétermination est levée au moment où l'événement est observé.

Alors peut-on répondre à la question posée par Cole (3, p. 159): est-ce que 1° les 3 composantes du trivecteur temps sont observables séparément; ou 2° n'est-il possible d'en observer qu'une certaine combinaison? La réponse que nous proposons, d'après les derniers paragraphes, est à la vérité différente de 1° et de 2°, c'est plutôt 3°: les 3 composantes sont disponibles avec une égale probabilité de se manifester, disons qu'elles sont virtuelles. Le processus de l'observation utilise cette disponibilité, tout en la faisant disparaître. Ce qu'on observe est une combinaison des 3 composantes, mais une combinaison définie, annulant t_y et t_z , tel qu'expliqué. Cette réponse concerne les vitesses subluminales. (Pour les vitesses supraluminales, les composantes deviendraient, en quelque sorte, observables séparément, d'après Demers (6)).

On peut rapprocher cette manière d'envisager l'orientation du vecteur temps, de l'expérience de Stern-Gerlach, dans laquelle le spin, préalablement représentable par un vecteur se terminant à une sphère, s'aligne de façon déterminée lorsqu'on cherche à l'observer. Cette détermination est limitée, en corrélation avec la constante naturelle $\hbar$, comme le démontre l'inefficacité de l'expérience S.-G. tentée sur un faisceau d'électrons (voir Mott, 7). Cela s'accorde avec la suggestion de

Cole (8): le temps est fortement orienté unidimensionnellement, avec de petites déviations associées à la constante $\hbar$.

- (1) P. T. Pappas: Lett. Nuovo Cimento, 25, 429-434 (1979)
- (2) R. Mignani et E. Recami: Lett. Nuovo Cimento, 16, 449-452 (1976)
- (3) E. A. B. Cole: Nuovo Cimento, 40 A, 171-180 (1977)
- (4) P. Demers: Ann. ACFAS, 42, No 1, 97 (1975); J. can. Phys., 53, 1687 (1975)
- (5) P. Demers: Modèle biomathématique unitaire, descriptif de toutes les Perceptions humaines, accepté par Rev. Biomathém. (1979)
- (6) P. Demers: Qu'est-ce que le Temps? Une réponse tirée du Modèle unitaire G3 basé sur l'Analyse de la Vision colorée. (Une Solution au Problème des Tachyons), Ann. ACFAS, 45, No 1, 155 (1978); Renc. A. S. Couleur I, ACFAS et Pr. universitaires Mtl, 58-63 (1978)
- (7) N. F. Mott et H. S. W. Massey: The Theory of atomic Collisions, 61-64, Oxford Univ. Press (1949)
- (8) E. A. B. Cole: Particle Decay in six-dimensional Relativity, Journ. Phys. A: Math Gen., 13, 109-115 (1980)

Voici partie d'un texte soumis
à la Revue de Biomathématique le 24 août
1979, accepté le 11 septembre 1979, et qui
attend publication au 20 mars 1980.

Il décrit l'état actuel d'un modèle
unitaire appelé G3, proposé par Pierre
Demers en 1974, et qui comprend tout
naturellement le TEMPS TRIVECTEUR.

On présente ici seulement quelques
pages de ce texte encore inédit, concernant
plus spécialement le TEMPS TRIVECTEUR, et
montrant comment le TEMPS TRIVECTEUR
intervient dans les mises en parallèle et
les analogies du modèle G3.

L'idée du TEMPS TRIVECTEUR a
quelque chose à faire, pour ce qui concerne
les particules élémentaires, les nombres
magiques, les électrons, les nucléons, les
mésons et les quarks.

L'idée du TEMPS TRIVECTEUR a aussi
quelque chose à faire, pour ce qui concerne
les perceptions de la physiologie.

Le texte s'intitule:
"Modèle biomathématique unitaire,
descriptif de toutes les Perceptions
humaines".

Il a fait l'objet d'une présentation
verbale au cours du VIIème Congrès
international de Biomathématique, à Paris,
le 11 septembre 1979, par Pierre Demers.

T
T
T

MODÈLE BIOMATHEMATIQUE UNITAIRE,
DESCRIPTIF DE TOUTES LES PERCEPTIONS HUMAINES

Pierre Demers, Département de Physique de l'Université de Montréal, Montréal, Québec,
et Centre québécois de la Couleur

Sommaire

Dans un modèle unitaire appelé G3, on établit des ressemblances mathématiques entre une diversité de perceptions objectives et subjectives, lorsqu'on choisit convenablement les observables qui décrivent quantitativement certains de leurs caractères essentiels. G3 comprend le groupe de Poincaré-Lorentz et sa présentation synthétique dans un trièdre appelé ψ_3 ou pseudo-complexe, qui s'appliquent aux perceptions continues: espace, temps, relativité restreinte, tachyons, couleur, musique, phonétique (goût, odorat, sensations générales). G3 comprend des points fixes dans ψ_3 (cube magique) et une trivariance modulée, proposant un fondement à l'existence de particules, de nombres quantiques et de nombres magiques, qui s'appliquent aux perceptions discontinues: électrons des atomes, nucléons des noyaux, diagrammes des quarks dans les mésons et les baryons. G3 suggère une infinité de particules élémentaires. G3 s'appuie sur des principes généraux: correspondance, paire synergie-antisnergie, G-entropie, conservations, symétrie.

Soumis à la Revue de Biomathématique le 24 août 1979

Accepté le 11 septembre 1979

Le texte et les figures occupent 47 + 1 pages

1979 Pierre Demers

0

Conclusion. Nous reconnaissons que le modèle G3 contient les symétries et les conservations que manifestent les diagrammes de la théorie des quarks. Il conduit à des prévisions, que l'avenir pourra contrôler. Déjà l'on parle d'une 4ème couleur.

Tel que nous avons pu le présenter ici, le modèle G3 s'accorde avec la théorie des quarks, il ne la démontre pas. Son intérêt est de rattacher cette théorie à une théorie plus générale, celle du modèle G3, qui unifie ou synthétise par ailleurs déjà d'autres aspects de la physique et de la physiologie.

On accordera peut-être au modèle G3 un mérite distinctif. Il constitue la première tentative de rattacher la théorie des quarks et celle des divers SU, qui en est le fondement, à une théorie justifiant ces fondements, jusqu'ici employés par empirisme et justifiés à posteriori, comme l'ont signalé Froissart 1976, Paty 1977, Dalais 1978, voir les conclusions d'Iliopoulos 1979.

Notre modèle réalise jusqu'à un certain point, l'idée d'un champ unique de Heisenberg. Voici un tableau rétrospectif et anticipateur.

Tableau du modèle G3

- Perceptions continues: groupe de Poincaré-Lorentz, surface d'invariance dans ψ_3
 Espace, temps, relativité I, II: t_x, t_y, t_z non perceptibles individuellement, Lorentz 1 équation suffit
 Couleur I: tristimulus, trivariance, colorimétrie 2°, t_x, t_y, t_z perceptibles individuellement, Lorentz 3 équations
 Couleur II: modulation de la trivariance (colorimétrie 2° et 100°) → hexavariance, Lorentz 6 équations; 9-variance, Lorentz 9 équations, etc
 Audition musicale: spirale plane ou sur une surface d'invariance dans ψ_3
 Audition phonétique: surface des phonèmes, sur une surface d'invariance dans ψ_3
 Goût, odorat, sensations générales: surfaces représentatives, sur une surface d'invariance dans ψ_3
- Perceptions discontinues: points fixes de la racine carrée spéciale (cube magique), trivariance modulée
 Structure électronique des atomes: progression avec symétrie de rotation 4 → nombres magiques des sous couches 2, 6, 10, etc
 Structure nucléonique des noyaux: progression avec symétrie de réflexion dans un plan → nombres magiques des sous-couches 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14
 Particules élémentaires: trivariance modulée → diagrammes 3 quarks, 3 antiquarks, 18 mésons, 27 baryons, charme, couleur, gluons; suggestion de l'existence d'un nombre infini de particules fondamentales

Conclusion. Nous recommandons que la modélisation des perceptions et des comportements qui manifestent les diagrammes de la théorie des quanta, il conduise à des prévisions, que l'on peut comparer avec l'observation. C'est l'un des buts de la théorie.

Tel que nous avons pu le présenter ici, la modélisation des perceptions et des comportements qui manifestent les diagrammes de la théorie des quanta, il se démontre par son intérêt de se rattacher à la théorie d'une théorie plus générale, celle de la modélisation des perceptions et des comportements qui manifestent les diagrammes de la théorie des quanta.

Le texte qui suit a paru dans le Tome I de Rencontre des Arts et des Sciences de la Couleur, qui forme le No 3 des Annales de l'ACFAS vol. 45, en 1978.

Il présente une démonstration qui rend plausible que les tachyons n'existent pas comme tels. L'argument peut se schématiser comme suit.

S'il se présente une circonstance où l'on croit avoir affaire à un tachyon (c'est-à-dire, à une particule plus rapide que la lumière), la nature se charge de corriger la situation, de manière que l'hypothétique tachyon devienne un simple bradyon comme nous en connaissons tant, respectant le 2ème principe de la relativité restreinte, savoir que les vitesses d'un objet ne peuvent dépasser celle de la lumière (un bradyon est une particule plus lente que la lumière).

La nature se charge de corriger la situation comme ceci: le TEMPS TRIVECTEUR de la particule se manifeste par ses 3 composantes séparées, à la manière d'un espace. (Et l'espace se manifeste comme un temps, avec une seule valeur accessible à l'observation).

Le titre de ce texte est:
"Qu'est-ce que le Temps? Une Réponse tirée d'un Modèle unitaire, basé sur l'Analyse de la Perception colorée. (Une Solution au Problème des Tachyons, Particules hypothétiques plus rapides que la lumière)".

Ce texte est de Pierre Demers.

Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences, C.P. 6060,

Montréal, Québec, H3C 3A7

RENCONTRE
DES ARTS ET DES SCIENCES
DE LA COULEUR

TOME I

LES PRESSES UNIVERSITAIRES DE MONTRÉAL

Centre québécois de la Couleur

Qu'est-ce que le temps? Une réponse tirée d'un modèle unitaire, basé sur l'analyse de la perception colorée. (Une solution au problème des tachyons, particules hypothétiques plus rapides que la lumière).

Pierre Demers

Introduction

Il est maintenant bien établi auprès des physiciens et même du grand public, que l'espace et le temps ont une commune nature. Cela résulte des travaux de Lorentz, Einstein, Weyl, Langevin, Arzéliès, Costa de Beauregard, Wheeler etc, par suite d'analyses logico-mathématiques basées sur l'examen de la perception spatio-temporelle des événements, par un observateur utilisant la lumière ou en général les ondes électromagnétiques.

Invariance de Lorentz

On pose l'hypothèse que la vitesse de la lumière est la même pour tous les observateurs, et on obtient une équation telle que la suivante (avec vitesse de la lumière = 1).

$$+ x^2 + y^2 + z^2 - t^2 = K^2 = \text{invariant}$$

K^2 est invariant, pour un événement donné, quelle que soit la vitesse de l'observateur.

Evidemment, temps et espace jouent les rôles analogues et de même nature, mais des rôles antagonistes, comme le montre l'équation ci-dessus par signes.

$$+ + + - = K^2$$

Valeur temps

Afin de mieux affirmer l'identité de nature entre espace et temps, ne pourrait-on pas écrire 3 signes - se rapportant au temps?

$$+ + + - - - = K^2$$

L'événement serait caractérisé non pas par 4 coordonnées (x, y, z, t) , mais par 6 coordonnées, c'est un hexavecteur K .

$$x^2 + y^2 + z^2 - t_x^2 - t_y^2 - t_z^2 = K^2$$

Nous sommes amenés à l'hypothèse d'un vecteur temps possédant 3 coordonnées, dans un espace abstrait de l'algèbre linéaire.

$$t = (t_x, t_y, t_z)$$

Seul le module du vecteur temps est perceptible et intervient, ses coordonnées individuelles échappent à notre perception.

Invariance de Grassmann

Il existe un mode de perception des ondes électromagnétiques, autre que le mode spatio-temporel ci-dessus qui était associé à l'invariance de Lorentz. C'est la perception des plages colorées, qui s'analyse par la colorimétrie, et qui répond à la théorie trichromatique de Newton, Young, Chevreul, Grassmann, Maxwell, Helmholtz, Schrödinger, Le Grand, Richter, etc. On obtient une équation dont les termes sont des luminances, qu'il est commode d'attribuer à des faisceaux monochromatiques primaires respectivement rouge, vert et bleu, le 4ème étant selon le cas soit rouge, soit vert, soit bleu. Voici l'équation en signes.

$$+++ - = K^2 = \text{invariant}$$

K^2 est un invariant, pour un échantillon donné équilibré par colorimétrie au moyen desdits primaires.

Le terme négatif représente une lumière désaturante, c'est-à-dire une lumière qui est ajoutée à la plage échantillon, les autres lumières formant la plage étalon. Etant donné un équilibre, il est assez évident que l'on peut ajouter également d'un primaire, disons rouge, à la fois à la plage étalon et à la plage échantillon, et obtenir un nouvel équilibre préservant la valeur de K^2 .

Le terme rouge + et le terme rouge - sont de même nature, mais ils correspondent à des rôles physiques différents: ils sont antagonistes.

Nous avons ici d'excellentes raisons d'ajouter 2 signes - à l'équation précédente, et d'écrire 3 termes désaturants au lieu d'un.

$$+++ --- = K^2$$

En effet, l'on peut fort bien ajouter à la fois à la plage étalon et à la plage échantillon, d'abord du rouge, ensuite du vert, et finalement du bleu, et obtenir un nouvel équilibre préservant la valeur de K^2 .

D'après l'équation précédente, l'échantillon était caractérisé par 4 luminances, d'après la dernière équation, il est caractérisé par 6 luminances: 3 pour l'étalon, 3 pour la désaturation.

Analogie Lorentz - Grassmann

Si l'on met en parallèle les 2 modes de perception des ondes électromagnétiques, le spatio-temporel et le coloré, on découvre donc que l'équation d'invariance à 4 termes +++ - s'applique aux 2 modes.

On découvre ensuite, dans l'équation d'invariance à 6 termes +++ --- du mode coloré, une analogie évidente avec l'équation d'invariance, proposée plus haut pour le mode spatio-temporel, contenant les 6 coordonnées du vecteur K , y compris les 3 coordonnées du vecteur temps.

Cette analogie peut s'interpréter de manière à suggérer que les 2 modes de perception relèvent d'un modèle unique, qui est notre modèle unitaire, contenant une équation générale d'invariance à 6 termes +++ ---, s'appliquant avec des diversités selon le mode.

Cette analogie suggère donc d'étudier quelle signification physique on pourrait attribuer aux 3 coordonnées du vecteur temps.

Le vecteur ambigu tsêta &

Voici un formalisme qui se prête à une telle étude. A chaque événement nous attachons un vecteur, que nous appellerons ambigu ou tsett Π , qui pourrait se symboliser par le caractère cyrillique de même nom, et pour lequel nous adopterons le symbole commercial & abrégeant la conjonction et. Ce vecteur ressemble à κ et nous préciserons plus bas la relation entre κ et &.

Le vecteur & possède 6 coordonnées: a_1 et a_4 sont associées à l'axe des x, a_2 et a_5 , à l'axe de Y, a_3 et a_6 à l'axe des Z.

$$\& = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)$$

Ces coordonnées interviennent de façon antagoniste, 3 par 3, pour former un invariant K^2 , caractéristique de l'événement.

$$(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2) - (a_4^2 + a_5^2 + a_6^2) = \kappa^2$$

a_1 et a_4 sont de même nature sauf quelque caractère secondaire déterminant leur antagonisme; de même a_2 et a_5 , a_3 et a_6 .

Supposons une particule possédant, dans l'histoire de son mouvement uniforme, d'abord le vecteur & nul (0, 0, 0, 0, 0, 0), puis un autre non nul.

Nous allons admettre le "2ème principe" de la relativité restreinte : β^2 , carré de la vitesse, ne peut dépasser l'unité. Dans la dernière équation, la parenthèse possédant la valeur la plus élevée est donc égale au carré du temps.

Cette condition désigne lesquelles des coordonnées sont d'espace, lesquelles sont de temps. Selon le cas, nous avons donc l'une de 2 relations entre & et κ , soit 1°, soit 2°.

$$1^\circ \quad \kappa = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)$$

$$2^\circ \quad \kappa = (a_4, a_5, a_6, a_1, a_2, a_3)$$

Entre les vecteurs colonnes ϵ et κ , nous pouvons écrire une relation matricielle. L'une ou l'autre matrice vaut, selon la condition 1° ou 2°, et le vecteur ambigu devient le vecteur κ .

$$\kappa = M \epsilon$$

$$M1^\circ = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad M2^\circ = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Il reste à trouver quelles sont les différences secondaires établissant communauté d'association entre a_1, a_2, a_3 d'une part, et a_4, a_5, a_6 d'autre part.

Nous pouvons peut-être risquer l'explication suivante: t_x est une abscisse x perçue "à l'envers", le temps est l'opposé de l'espace. Ou encore: il y a x et anti x , y et anti y , z et anti z .

Conclusion sur le temps

Le modèle unitaire suggère qu'entre temps et espace, il n'existe que des différences secondaires mais qu'il existe une similitude de nature. Le temps et l'espace sont aussi bien l'un et l'autre des vecteurs, très semblables l'un et l'autre, à 3 dimensions. La différence réside dans notre mode de perception, qui nous permet de reconnaître les 3 dimensions s'il s'agit du vecteur espace; s'il s'agit du vecteur temps, ses 3 dimensions ne sont pas accessibles séparément à notre mode de perception.

Lequel des deux vecteurs semblables est espace, lequel est temps? Cela est imposé par la relativité restreinte qui nous enferme dans un monde où les vitesses supérieures à la lumière n'ont pas de place.

Conclusion sur les tachyons

Dans le monde que nous avons présenté, soumis au "2ème principe" de la relativité, il n'y a pas de place pour les tachyons. Si nous croyons avoir affaire à un tachyon, c'est une erreur: nous avons mépris le vecteur temps pour le vecteur espace et réciproquement. Les 3 coordonnées de ce que nous pensions être le vecteur temps deviennent les 3 coordonnées spatiales de notre perception géométrique. La méprise et sa conclusion peuvent se décrire comme une opération de symétrie par réflexion, d'accord avec la matrice M_2^0 .

Le monde ainsi décrit ne contient que bradyons ($\beta^2 < 1$) et photons ($\beta^2 = 1$).

Références

A propos des tachyons, on pourra consulter Antippa 1970, 74. Etudiant les tachyons avec une dimension d'espace et une dimension de temps, Antippa montre que l'espace se comporte, dans les formules de transformation, comme le temps, et le temps comme l'espace. Il montre aussi qu'il est impossible de trouver des formules de transformation pour plus d'une dimension d'espace, cette dimension privilégiée est le "corridor de l'espace" et joue, pour les tachyons, le même rôle que le temps pour les bradyons.

Ces idées présentent quelque analogie avec celles exprimées ici. (Voir aussi Demers 1977).

A. Antippa 1970. Tachyon-bradyon reciprocity in a causal theory of tachyons with real mass. UQTR - TH - 1; - 1974. General three dimensional superluminal transformations and tachyon kinematics. Phys. Rev. D 11, 724-739.

P. Demers 1977. La théorie de la trichromie et le vecteur temps en relativité, Color 77 AIC Troy, 266-70.

Le résumé que voici, est celui d'une communication que Pierre Demers a présentée devant le 46ème Congrès de l'ACFAS à Ottawa en mai 1978, à la section Physique.

Cette communication correspond au texte publié quelques semaines précédemment à la Rencontre des Arts et des Sciences de la Couleur, en avril 1978.

Cette communication a été présentée sous la forme d'un diaporama sonorisé et synchronisé, ce qui était une innovation aux séances de l'ACFAS, du moins pour les séances de Physique.

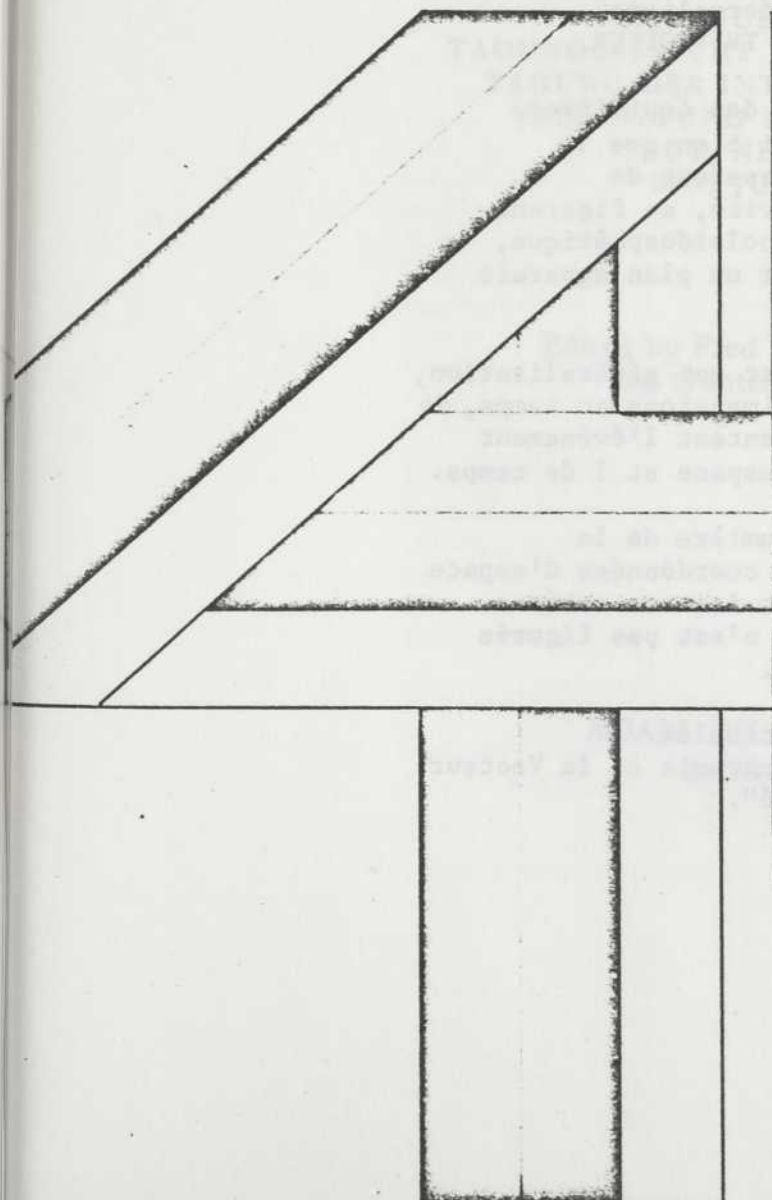
L'argument est présenté à nouveau: il faut que la vitesse d'une particule ne dépasse jamais celle de la lumière. Si le quotient espace/temps est trop grand, il faut le lire à l'envers, c'est-à-dire que l'espace devient temps, et le temps devient espace, avec les 3 dimensions voulues.

Le titre de la communication est:
"Qu'est-ce que le Temps? Une Réponse tirée du Modèle unitaire G3, basé sur l'Analyse de la Perception colorée. (Une Solution du Problème des Tachyons)".

46^e CONGRÈS

Ottawa

mai 1978



PIERRE DEMERS, Département de Physique de l'Université de Montréal. Qu'est-ce que le temps? Une réponse tirée du modèle unitaire G3, basé sur l'analyse de la perception colorée. (Une solution du problème des tachyons).

Dans ce modèle, le temps est un trivecteur $t(t_x, t_y, t_z)$, aussi bien que l'espace $l(x, y, z)$. Ce modèle suggère d'imaginer un vecteur tséta, symbolisé ici par le signe ambigu $\&$. Tséta est un hexavecteur, contenant 2 trivecteurs tséta de même nature, $\&_1(a_1, a_2, a_3)$ et $\&_2(a_4, a_5, a_6)$.

$$\& = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)$$

L'un des trivecteurs forme le temps, l'autre forme l'espace. Ils ne diffèrent que par des caractères secondaires. Le choix est déterminé par le 2^{ème} principe de la relativité restreinte: " $vitesse = |l|/|t| \leq 1$ ". Dès lors, l'une de 2 possibilités se réalise: $\&_1 = l, \&_2 = t$; $\&_1 = t, \&_2 = l$.

Les 2 trivecteurs sont de même nature, mais antagonistes: x et antix, y et antiy, z et anti z . Le temps se distingue ainsi de l'espace: c'est celui des trivecteurs $\&$, dont les coordonnées individuelles échappent à la perception.

Dans le monde que décrit le vecteur ambigu tséta, il n'y a pas de place pour des tachyons. Si nous croyons avoir affaire à un tachyon, il faut, par une opération de symétrie analogue à une réflexion, passer de l'une à l'autre des possibilités ci-dessus, et échanger ainsi temps et espace. Seuls existent bradyons et photons.

Voici le texte d'une communication
présentée au 3ème Congrès international
de l'Association internationale de la
Couleur, en juin 1977.

Pierre Demers montre dans ce texte
comment les mêmes équations, avec une
signature $+++--$, s'appliquent en
trichromie et en relativité restreinte,
lorsqu'on utilise le formalisme
mathématique du TEMPS TRIVECTEUR.

La multiplicité des équilibres
colorimétriques, aussi bien que la
multiplicité des expressions de
l'événement en relativité, se figurent
par une surface hyperboloidosphérique,
dont la projection sur un plan apparaît
à la figure 1.

Cette surface est une généralisation,
lorsqu'on accorde 3 dimensions au temps, de
l'hyperboloïde représentant l'événement
avec 2 coordonnées d'espace et 1 de temps.

Le cône de la lumière de la
représentation avec 2 coordonnées d'espace
et 1 de temps, devient ici une surface
pseudo-abat-jour, qui n'est pas figurée
dans le présent texte.

Le texte est intitulé:
"La Théorie de la Trichromie et le Vecteur
Temps de la Relativité".

T T
T T

AIC COLOR 77

AIC COULEUR 77

AIC FARBE 77

PROCEEDINGS OF THE THIRD CONGRESS OF
THE INTERNATIONAL COLOUR ASSOCIATION
COMPTE-RENDU DE LA TROISIEME JOURNEE
DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA
COULEUR

TAGUNGSBERICHT VON DER DRITTEN
TAGUNG DER INTERNATIONALEN
VEREINIGUNG FÜR DIE FARBE
TROY, NEW YORK
10-15 JULY 1977

Edited by Fred W Billmeyer Jr
and Gunter Wyszecki

ADAM HILGER LTD
BRISTOL

T T
T T

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA COULEUR
INTERNATIONAL COLOUR ASSOCIATION
INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR DIE FARBE

© 1978 by Adam Hilger Ltd and individual contributors

British Library Cataloguing in Publication Data

International Colour Association. Congress, 3rd.

New York, 1977

Color 77.

1. Color—Congresses

I. Title II. Billmeyer, Fred W Jr

III. Wysecki, Gunter

535.6 QC494

ISBN 0-85274-352-1

The Third Congress of the International Colour Association was organized by the *Canadian Society for Color (Canada)*, Dr Gunter Wysecki (Program Chairman), and the *Inter-Society Color Council, Inc (USA)*, Dr Roland E Derby Jr (General Chairman), Dr Fred W Billmeyer Jr (Arrangements Chairman), Mr S Leonard Davidson (Financial Chairman)

Executive Committee

President: Professor T Indow (Japan). *Vice-President:* Dr R W G Hunt (Great Britain). *Secretary-Treasurer:* Dr A Brookes (Federal Republic of Germany). *Members:* Dr E Ganz (Switzerland), Dr P L Walraven (The Netherlands), Professor Y LeGrand (France), Dr C J Bartleson (USA)

Published by Adam Hilger Ltd,
Techno House, Redcliffe Way, Bristol BS1 6NX, England
(Adam Hilger Ltd is owned by The Institute of Physics)

Printed in Great Britain by Billing & Sons Limited,
Guildford, London and Worcester

A26 LA THÉORIE DE LA TRICHROMIE ET LE VECTEUR TEMPS EN THÉORIE DE LA RELATIVITÉ

PIERRE DEMERS

Département de Physique de l'Université de Montréal, et Centre Québécois de la Couleur, Case postale 6128, Montréal 101, Québec

1. Introduction

Une remarque de Hermann Weyl (1927, 1963) invite à la réflexion ceux qui s'intéressent à la couleur: 'Dans une théorie de la connaissance, il n'est pas sans intérêt qu'il existe, en plus de l'espace ordinaire, un autre domaine de quantités données de notre intuition qui forment un continuum se prêtant à un traitement géométrique.'

Dans ces lignes, Hermann Weyl nous rappelle l'existence de l'espace des couleurs, étudié par Maxwell, Schroedinger, Ostwald, Munsell, la CIE, Bouma, Judd, MacAdam, Richter, Adams, Moon, Spencer, Glasser, Turner, etc, et qui s'appelle *RVB*, *HWB*, *HVC*, $\alpha\beta$, *XYZ*, *UVW*, *abL*, $\omega_1\omega_2$, *RUCS*, $x'y'$, $x''y''$ etc (énumération relevée dans Billmeyer et Saltzman (1966)); lequel espace est tridimensionnel, contient des vecteurs, des rayons, des points, etc, mais ne contient pas de produit scalaire, etc.

Mais en plus, Hermann Weyl nous invite à réfléchir sur les ressemblances et dissemblances entre nos espaces des couleurs et l'espace ordinaire. Cette réflexion n'est pas destinée à rendre la figuration des couleurs et des différences des couleurs plus commode dans l'industrie; telle que nous la présentons, elle n'est pas basée sur les hypothèses expérimentales que Schroedinger (1920) voulait démontrer, mais elle nous conduira à mieux comprendre certains fondements de ce que nous appelons géométrie, algèbre linéaire, intuition et théorie de la connaissance. Aussi bien que le phénomène de la couleur, qui nous intéresse tant, elle touche les mathématiques, la physique, la chimie, la physiologie et la psychologie.

2. Carré et racine carrée

Pour une lumière colorée, en luminances, la somme $r+v+b$ est la luminance q . Cette somme

$$r+v+b = q \quad (1)$$

est un invariant par rapport aux changements du système *RVB*.

Pour un vecteur l ordinaire, la somme† $x+y+z$ n'est pas un invariant par rapport aux changements du système XYZ. L'invariant est plutôt celui de Pythagore:

$$x^2 + y^2 + z^2 = l^2. \quad (2)$$

Mais, pour cet espace ordinaire, convenons d'écrire des variables

$$r = x^2, \quad v = y^2, \quad b = z^2, \quad q = l^2,$$

et (2) revient à (1). Réciproquement, avec des variables ressemblant à celles de Schroedinger (1920), dans l'espace des couleurs:

$$x = \sqrt{r}, \quad y = \sqrt{v}, \quad z = \sqrt{b}, \quad l = \sqrt{q},$$

(1) revient à (2).

Au prix d'une transformation carrée ou racine carrée, les différences apparentes des deux espaces disparaissent. Nous dirons

r, v, b, q : quantités, intensités, puissances;

x, y, z, l : coordonnées, longueurs, amplitudes.

Pour une lumière monochromatique, la luminance est une puissance, proportionnelle au carré de l'amplitude.

Les deux espaces, couleur et ordinaire, se prêtent à la même formulation des invariances soit (1), soit (2) à volonté, l'invariance de Grassmann pour la couleur, comme l'invariance de Pythagore.

3. Désaturation et relativité restreinte

Pour le cas général de l'invariance de Grassmann, il faut six lanternes, y compris trois désaturantes D_r, D_v, D_b et l'on écrit le parallèle de (1):

$$+r+v+b-d_r-d_v-d_b = q. \quad (1a)$$

Par transformation racine carrée, avec s au lieu de l :

$$t_x = \sqrt{d_r}, \quad t_y = \sqrt{d_v}, \quad t_z = \sqrt{d_b}, \quad s = \sqrt{q},$$

on a le parallèle de (2):

$$+x^2+y^2+z^2-t_x^2-t_y^2-t_z^2 = s^2. \quad (2a)$$

On écrit en relativité restreinte l'invariant de Lorentz ou du carré de l'intervalle s avec $c = 1$:

$$+x^2+y^2+z^2-t^2 = s^2. \quad (2b)$$

† Il ne s'agit pas de XYZ de la CIE.

Schématiquement, on peut réécrire, pour (1a) et (2a) d'une part, et pour (2b) d'autre part.

$$\begin{array}{l} (1a) \quad (2a) \quad + \quad + \quad + \quad - \quad - \quad - \quad = \text{constant} \\ (2b) \quad \quad \quad + \quad + \quad + \quad - \quad \quad \quad = \text{constant.} \end{array}$$

Est-ce qu'on ne pourrait pas éliminer cette différence, et obtenir trois signes—dans l'invariant de Lorentz?

4. Temps vectoriel

La réponse réside dans le temps vectoriel de Demers (1975a). Accordons au temps t le caractère d'un vecteur (t_x, t_y, t_z) dans un espace d'algèbre linéaire, dont seul le module t est accessible à l'intuition, avec son signe:

$$t^2 = t_x^2 + t_y^2 + t_z^2.$$

Alors, (1a) et (2a) s'appliquent à l'espace-temps ordinaire de la relativité.

5. Alychné et cône de lumière

Réécrivons (2a) avec de nouveaux symboles.

$$(x^2 - t_x^2) + (y^2 - t_y^2) + (z^2 - t_z^2) = s^2 = q \quad (2c)$$

$$(\xi)^2 + (\eta)^2 + (\zeta)^2 = s^2$$

$$(\xi)^2 = x^2 - t_x^2, \quad (\eta)^2 = y^2 - t_y^2, \quad (\zeta)^2 = z^2 - t_z^2.$$

Pour la couleur, $(\xi)^2$ a un sens physique simple, c'est la différence $r-d$, entre deux lanternes, de même η^2 et ζ^2 . Une interprétation de ξ est comme suit:

$$\xi = x + it_x.$$

On passe de ξ à $(\xi)^2$ par l'analogue d'un carré, que nous appelons 'carré simple', désigné par des parenthèses excédentaires:

$$(\xi)^2 = [(x + it_x)]^2 = x^2 + (it_x)^2 = x^2 - t_x^2.$$

Posons en outre

$$\xi'^2 = (\xi)^2, \quad \eta'^2 = (\eta)^2, \quad \zeta'^2 = (\zeta)^2.$$

Nous trouvons que les six possibilités de ξ' , η' , ζ' qui sont R ou I mais jamais C , peuvent se figurer par un point avec trois axes R d'un côté de l'origine, I de l'autre, c'est ce que nous appelons pseudo-complexes. Avec ces axes, nous trouvons, pour l'invariance (2c), un curieux cône ondulé pseudo-abat-jour pour $s^2 = 0$ et c'est là à la fois l'alychné de la couleur, et le cône de lumière de la relativité; pour $s^2 \neq 0$,

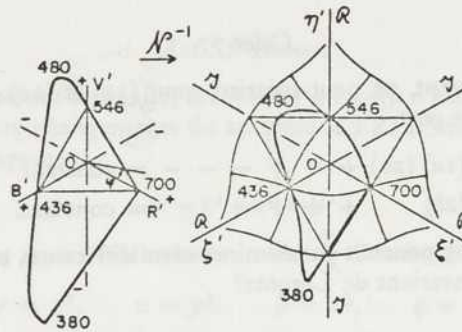


Figure 1. Voici l'aspect de l'invariant (1a) avec $r' = r - d_r$, $v' = v - d_v$, $b' = b - d_b$, dans l'espace des quantités à gauche; la transformation N transforme la surface plane en une surface hyperboloïdosphérique dans l'espace des coordonnées à droite, où l'invariant prend alors la forme (2d):

$$\xi'^2 + \eta'^2 + \zeta'^2 = q. \quad (2d)$$

Ces invariants s'appliquent à la couleur, à la relativité, etc. . . .
Pour la couleur, on a montré le lieu de la couronne spectrale.
Système CIE 1931 luminance à gauche.

nous avons une surface hyperboloïdosphérique dont Schroedinger avait aperçu la partie sphérique, sur laquelle se dessinent les couronnes spectrales (figure 1).

Yilmaz (1962a, b) a fait une tentative intéressante mais semi-quantitative qui va dans le même sens.

Avec l'équation (1a), l'alychné et le cône de lumière sont des plans touchant l'origine.

6. Groupe G_3

La transformation carré simple N et son inverse N^{-1} , s'exerçant entre l'espace (1a) des quantités et l'espace (2b) des coordonnées, déterminent un groupe mathématique et géométrique trivariant en variables complexes.

6.1. Autres applications de G_3

G_3 possède des points fixes, qu'il est tentant d'assimiler aux *particules élémentaires* que sont les quarks. En effet, on peut ainsi justifier $SU(3)$ et le charmonium, et expliquer les mésons vectoriels et pseudo-scalaires, et on espère expliquer les baryons.

Appliqué aux *quadrivecteurs*, G_3 suggère une explication pour les tachyons: ce seraient des particules ordinaires pour lesquelles, par une sorte de réflexion, le temps devient l'espace, et réciproquement.

Appliqué à la *perception acoustique*, G_3 conduit à distinguer, par la réalisation de plusieurs trivariations, des espaces de hauteurs, de timbres, de phonèmes, etc. G_3 réalise enfin le rapprochement rêvé par Newton, Helmholtz et plusieurs autres, entre son et couleur.

7. Conclusion

L'invitation de Hermann Weyl s'est donc montrée féconde. Il songeait à rapprocher simplement couleur et espace ordinaire, mais nous voyons qu'un certain formalisme de la géométrie, soit le groupe G_3 , rapproche encore davantage: l'espace-temps de Minkowski et d'Einstein, l'espace de la colorimétrie désaturante de Grassmann, les symétries des particules élémentaires, la musique, la parole, et peut-être aussi le goût, l'odorat, les sensations de chaleur, etc. . . .

C'est la première fois, semble-t-il, que l'on propose une telle théorie unitaire et synthétique. G_3 apparaît comme une loi universelle, nécessité logique à la fois du monde extérieur et de notre propre nature (Demers 1975b, 1976a, b).

Cela devrait nous encourager à étudier encore davantage et dans une perspective interdisciplinaire, le beau phénomène de la couleur, point de départ et conclusion de la présente communication.

Bibliographie

- BILLMEYER F W JR et SALTZMAN M 1966 *Principles of Color Technology* (New York: Wiley)
- DEMERS P 1975a Symétrisation de la longueur et du temps dans un espace de Lorentz C^3 en algèbre linéaire, pouvant servir en théorie trichromatique de la couleur, *J. Can. Phys.* 53 1687-8
- DEMERS P 1975b Fondements communs de la géométrie relativiste et de la géométrie des couleurs, *Ann. ACFAS* 42 97
- DEMERS P 1976a Le groupe G_3 unificateur des perceptions humaines. I. L'espace des particules élémentaires; II. L'espace A et les sous-espaces A_1 , A_2 , A_3 , A_4 et A_5 des perceptions acoustiques, *Ann. ACFAS* 43 117, 152
- DEMERS P 1976b La perception colorée, modèle de toutes les perceptions humaines, Symposium sur la couleur ACFAS-MQC Sherbrooke, *Ann. ACFAS* 43 à paraître
- SCHROEDINGER E 1920 Grundlinien einer Theorie der Farbmetrik im Tagesehen, *Ann. Phys.* 63 510
- WEYL H 1927 Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft, dans *Handb. Philos.* Oldenbourg, Allemagne
- WEYL H 1963 *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (New York: Athenaeum) p71
- YILMAZ H 1962a On color perception (Sulle verifiche sperimentali delle teorie della gravitazione), *Soc. Italiana di Fisica* pp160-9, *Bull. Math. Biophys.* 24 5-29
- YILMAZ H 1962b On color perception, *Bull. Math. Biophys.* 24 5-29

Voici une Note de Pierre Demers, parue dans le Journal canadien de Physique en 1975, reçue le 1er mai 1975. Cette note faisait suite au texte que Pierre Demers a soumis au même périodique le 3 décembre 1974, et qu'il a finalement retiré, parce que la Rédaction de ce périodique demandait trop de modifications dans son écriture.

Le texte de 1974 était plus général, la Note de 1975 élabore sur un aspect essentiel du contenu de cet article, sur le TEMPS TRIVECTEUR.

Ainsi apparaissait pour la première fois l'idée du TEMPS TRIVECTEUR en physique.

La présente Note a été remarquée par plusieurs auteurs, qui s'en sont inspirés pour écrire des textes, discutés plus loin. Pierre Demers a reçu, en outre, plusieurs demandes de tirés à part et de renseignements à cette occasion. Vide infra.

Le titre de ce texte est:
"Symétrisation de la Longueur et du Temps dans un Espace de Lorentz C3 en Algèbre linéaire, pouvant servir en Théorie trichromatique des Couleurs".

NOTES

Symétrisation de la longueur et du temps dans un espace de Lorentz C^3 en algèbre linéaire, pouvant servir en théorie trichromatique des couleurs

PIERRE DEMERS

Département de Physique, Université de Montréal, Montréal, Québec

Reçu le 1 mai 1975

On propose que le temps soit exprimé par la composition de trois variables auxiliaires t_x, t_y, t_z qu'on appelle composantes du vecteur t . On exprime l'événement P par la composition de 6 variables x, y, z, t_x, t_y, t_z dans R^6 ou de trois coordonnées $\xi = x + it_x, \eta = y + it_y, \zeta = z + it_z$ dans C^3 . On définit une fonction quadratique ou 'carré simple' de P qui revient à prendre le carré de la forme Lorentzienne de P dans R^4 , et qui est égale au carré de l'intervalle s^2 . Dans ce formalisme, la longueur $r(x, y, z)$ et le temps $t(t_x, t_y, t_z)$ jouent des rôles exactement symétriques et sont échangeables l'un pour l'autre. Ce formalisme pourra servir aussi dans la théorie de la trichromie.

It is proposed to express time as a composition of three auxiliary variables t_x, t_y, t_z which will be named components of vector t . Event P is expressed as a composition of six variables x, y, z, t_x, t_y, t_z in R^6 or of three coordinates $\xi = x + it_x, \eta = y + it_y, \zeta = z + it_z$ in C^3 . A quadratic function is defined, called 'carré simple', of P , which comes to the same as taking the square of the Lorentzian form of P in R^4 , equalling s^2 . In this formalism, length $r(x, y, z)$ and time $t(t_x, t_y, t_z)$ play roles exactly symmetrical and are exchangeable one for the other. This formalism will be applied to trichromatic theory.

Can. J. Phys., 53, 1687 (1975)

Invariance d'Euclide dans R^3

Au sens de l'algèbre linéaire,¹ l'espace de la géométrie analytique Euclidienne est R^3 , un point P y possède une norme qui est une longueur

$$r = ||x, y, z||$$

Le carré de la norme est un invariant sous les changements du référentiel conservant l'origine 0 et le caractère trirectangle des axes.

Invariance de Lorentz dans R^4

Le référentiel R^4 comprend quatre axes trirectangles, l'origine 0 est celle du temps et de l'espace. On définit une forme quadratique de Lorentz, qui est le carré de l'intervalle s :

$$s^2 = ||x, y, z, t||_L^2 = x^2 + y^2 + z^2 - t^2 \\ = r^2 - t^2$$

(ou encore $s^2 = t^2 - r^2$). Le point P devient l'événement P . s^2 est invariant par rapport aux changements des 4 axes orthogonaux conservant

l'origine, quelle que soit la vitesse V de l'origine. s^2 est + ou -, voir par exemple Bohm (1965).

Au lieu de parler d'une base R^4 , on peut parler d'une base R^3C^1 , le temps étant toujours affecté du facteur $i = \sqrt{-1}$, ou mieux encore d'une base R^3I^1 , puisque le temps apparaît comme une quantité imaginaire pure. P est alors un vecteur dans R^3I^1 .

Carré simple

Convenons d'une certaine fonction quadratique du vecteur P dans R^3I^1 , telle qu'elle soit égale à s^2 , savoir:

$$((x, y, z, it))^2 = x^2 + y^2 + z^2 - t^2$$

Nous désignerons ce 'carré simple' par des parenthèses supplémentaires et l'exposant. La valeur du carré simple est indifférente aux signes des coordonnées. Un formalisme analogue est celui de i , i chapeau dans Yaccarini (1974).

Le temps comme élément vectoriel

Ecrivons que le temps t résulte de la composition de trois variables auxiliaires qui ne sont pas susceptibles de mesure physique individuelle, et que nous appelons t_x, t_y, t_z . Seul le

¹Voir par exemple Hoffmann et Kunze (1971). Je remercie les Profs. Rolland Brossard et Benoît Lachapelle de l'Université de Montréal qui m'ont aidé à comprendre certains éléments de l'algèbre linéaire.

résultat de la composition de ces variables est perceptible, selon l'équation

$$t^2 = t_x^2 + t_y^2 + t_z^2$$

Nous avons le droit de figurer ces trois variables dans un espace R^3 de l'algèbre linéaire. Le temps y apparaît comme un vecteur. Même chose dans un espace I^3 . Les composantes sont alors au nombre de trois:

$$it = it_x, it_y, it_z$$

Avec ces conventions, l'événement possède six coordonnées dans R^3I^3 :

$$P = x, y, z, it_x, it_y, it_z$$

ou trois coordonnées dans C^3 :

$$P = \xi, \eta, \zeta$$

avec les trois coordonnées complexes

$$\xi = x + it_x; \quad \eta = y + it_y; \quad \zeta = z + it_z$$

Invariance de Lorentz et symétrie longueur-temps

En prenant le carré simple par une extension de la fonction ci-haut, P exprimé dans C^3 redonne s^2 :

$$s^2 = ((\xi, \eta, \zeta))^2 = ((\xi))^2 + ((\eta))^2 + ((\zeta))^2 = r^2 - t^2$$

D'ailleurs, nous pouvons changer les caractères

dans la définition de ξ, η, ζ , les longueurs devenant I et les temps R :

$$\xi = t_x + ix; \quad \eta = t_y + iy; \quad \zeta = t_z + iz$$

et nous obtenons le carré de s avec l'autre signe

$$((\xi, \eta, \zeta))^2 = s^2 = t^2 - r^2$$

Conclusion

A l'intérieur du formalisme proposé, le temps et la longueur jouent des rôles exactement symétriques, on les échange l'un pour l'autre sans rien changer à l'invariant de Lorentz, qui seul caractérise l'individualité d'un événement, ainsi que l'a signalé Minkowski (voir par exemple, Arzéliès (1971)).

Notre formalisme ajoute, dans le cadre des concepts mathématiques de l'algèbre linéaire, à la 'temporalisation de l'espace' et à la 'spatialisation du temps' discutées par Arzéliès (1971) et par Costa de Beauregard (1948).

Un article plus élaboré sera soumis aux Annales de l'Acfas (1975), et montrera comment ce formalisme permet d'exprimer les lois de la trichromie.

- ARZÉLIÈS, H. 1971. Cinétique de la relativité (Masson, Paris), p. 73.
BOHM, D. 1965. Relativity (Benjamin, New York), p. 150.
COSTA DE BEAUREGARD, O. 1948. Rev. Quest. Sci. 42, 86.
DEMERS, P. 1975. Ann. Acfas.
HOFFMANN, K. et KUNZE, R. 1971. Linear algebra (Prentice-Hall, New York).
YACCARINI, A. 1974. Can. J. Phys. 52, 40.

Le résumé que voici est celui d'une communication que Pierre Demers a présentée devant le 43ème Congrès de l'ACFAS à Moncton en mai 1975, à la section Physique.

L'argument présenté ici peut se schématiser ainsi.

Si l'on utilise les amplitudes des ondes lumineuses au lieu de leurs intensités, les équations de la colorimétrie prennent l'aspect d'équations bien connues en géométrie d'Euclide:

$$a^2 + b^2 = \text{invariant},$$

et en géométrie de Lorentz:

$$t^2 - d^2 = \text{invariant},$$

selon qu'il s'agit de colorimétrie par addition ou par désaturation.

Ces considérations ajoutent à la mise en parallèle de la lumière désaturante en colorimétrie, d'une part, et du temps en géométrie de Lorentz, d'autre part.

Cette mise en parallèle a contribué à suggérer l'intérêt d'accorder 3 dimensions au temps, le même nombre qu'en possède la lumière désaturante, le TEMPS TRIVECTEUR.

Ce texte s'intitule:

"Fondements communs de la Géométrie relativiste et de la Géométrie des Couleurs".

(Cette mise en parallèle a maintenant été élaborée, pour ce qui concerne la perception colorée, voir un article sous presse à la Revue de Biomathématique sur le groupe de Poincaré-Lorentz dans la perception visuelle colorée).

43^e CONGRÈS

P. DEMERS, Département de Physique, Université de Montréal. Fondements communs de la géométrie relativiste et de la géométrie des couleurs.

L'observateur en g. de Pythagore écrit $a^2 + b^2$, en g. relativiste, $t^2 - d^2$, en g. des couleurs, $X + Y$ (> 0 , avec $X > 0$, $Y \leq 0$). Ces expressions donnent un invariant: c^2 (c hypothénuse) s^2 (s intervalle), Z (couleur), et définissent 3 groupes: Euclide E, Lorentz L, Grassmann G. On montre que G se ramène à E si $Z = |X| + |Y|$, mais requiert L si $Z = |X| - |Y|$, il suffit d'écire les amplitudes z, x, y au lieu des intensités $Z = z^2, X = x^2, Y = y^2$. Réciproquement, E et L se ramènent à G par la transformation élévation au carré: $A = a^2, B = b^2, C = c^2, T = t^2, D = d^2$. La couleur fournit donc un modèle de E et de L: le cône de lumière devient alychné etc. Synthèse additive = genre espace, synthèse soustractive = genre temps, etc. Yilmaz 1962 (Verifiche gravitazionale, SIF, 239-251) a suggéré les formules tirées de L en g. des couleurs, sans montrer toutefois la relation avec les formules de G: cette relation est ici établie par transformation racine carrée et par la transformation inverse. Voir aussi DEMERS, JCP en cours de publication. Travail subventionné en partie par le Conseil "National" de Recherche.

43^e CONGRÈS

Le texte qui suit est extrait des notes manuscrites que Pierre Demers a préparées pour une Journée d'étude des Professeurs du Département de Physique de l'Université de Montréal, prévue pour le 30 avril 1974, qui s'est effectivement tenue le 7 mai 1974.

A cette occasion, Pierre Demers a énoncé l'essentiel d'un programme de recherches théoriques, qu'il a, depuis lors réalisé en partie.

En particulier, on trouve dans ces notes, l'idée originale du TEMPS TRIVECTEUR.

Ces éléments historiques ne sont pas sans importance, au cas où d'autres auteurs voudraient prétendre à l'antériorité de la découverte.

Le programme a été élaboré, pour la première fois, par un article paru dans le groupe de Poincaré-Lorentz dans la Revue de physique théorique.

T
T
T

NOTE DE SERVICE

Université de Montréal
Département de Physique

Date: Le 22 avril 1974

A: Tous les membres de l'Assemblée du département
De: Guy Paquette
Objet: Journée d'étude des professeurs du département

Date: Le 30 avril 1974

Endroit: Salle G-415

Horaire: 9:00	Astrophysique
10:00	Biophysique
11:00	Physique nucléaire
14:00	Physique des plasmas
15:00	Physique de l'état solide
16:00	Divers (physique théorique, électromagnétisme, ionographie)

N.B. Les exposés des groupes de recherches ne devraient pas dépasser 50 minutes chacun.

par M. Bejani

Extraits des notes préparées par Pierre Demers pour sa présentation à cette journée
(Entre parenthèses, remarques ajoutées en mars 1980)

Notre perception du monde extérieur se fait surtout par le sens du toucher, coordonné avec le sens de la vue... Nous accordons une foi particulière à la mécanique et aux modèles mécaniques.

Cependant, à côté de notre perception géométrico-mécanique à 3 (dimensions,) dimensions habituelles, des choses, nous possédons une perception, de ces mêmes choses, à 3 autres dimensions, car chaque objet, dans la perception normale, possède non seulement les coordonnées ξ , η , ζ de la géométrie habituelle, mais encore une couleur, qui se ramène à 3 autres quantités, R, V, B par exemple, comme on le sait à la suite des travaux de Newton, Chevreul, Maxwell, Grassmann, Schroedinger et plusieurs autres.

...Pour définir chaque petite plage telle que notre vision la discerne dans le monde qui nousentoure, il faut 6 quantités...

	Espace ordinaire	Espace des couleurs
* 1ere plage	$\xi \quad \eta \quad \zeta$	R V B
2eme plage		
etc		

... (En colorimétrie désaturante, avec R rouge, V. vert, B bleu, J blanc servant à la désaturation et ajouté à l'échantillon L) nous pouvons ... écrire l'équation tout à fait générale pour les luminances.

$$L = R+V+B-J$$

Cette forme présente une analogie partielle avec une formule de la relativité

$$s^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 - t^2 = (\text{ou } s^2 = t^2 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2)$$

(avec une "métrique" ou une "signature" +++- ou ---+)

s^2 est un invariant de Lorentz. La ressemblance est plus complète si nous utilisons les amplitudes plutôt que les luminances. Le remplacement est facile pour RVB monochromatiques, car les luminances sont proportionnelles aux puissances, et celles-ci, aux carrés des amplitudes des oscillations. Ecrivons $x^2 + y^2 + z^2$

 R $5 \cdot 10^{14}$ Hz

 V $7 \cdot 10^{14}$ Hz

 B $9 \cdot 10^{14}$ Hz

* pour ces carrés, évalués en unités appropriées. Ecrivons semblablement u^2 au lieu de J, avec u amplitude de l'une des ondes lumineuses composant le blanc. Au lieu de L écrivons aussi f^2 ... Il vient ... en supposant les unités ajustées:

$$f^2 = x^2 + y^2 + z^2 - u^2$$

... A ce moment, nous obtenons une espèce d'invariance de la forme de l'invariance de Lorentz...

Il est intéressant de se rendre compte que l'espace en principe trichromatique des couleurs présente effectivement la nécessité d'une quatrième dimension, autant que l'espace en principe trirectangulaire de la géométrie et de la mécanique ordinaire.

* (Cette quatrième dimension u en renferme trois, dans ce sens que le blanc perceptuel, pour l'oeil, réclame, en général, trois ondes, la signature pour f^2 est alors +++---. Ainsi a pris naissance l'idée que, par analogie entre la structure mathématique de l'espace-temps d'une part, et celle de la perception colorée d'autre part, il serait intéressant de considérer le temps comme ayant trois composantes t_x , t_y , t_z).

* (Revision mineure des symboles originaux)..

Extrait des notes préparées par Pierre Demers pour la présentation à cette journée
(Entre parenthèses, remarques ajoutées en mars 1980)

Notre perception du monde extérieur se fait surtout par le sens du toucher, associé avec la vue et la ouïe. Nous accordons une foi particulière à la mécanique et aux modèles mécaniques.

Dépendant, à côté de notre perception géométrico-mécanique à 3 dimensions, nous avons des perceptions de sensibilité à 3 dimensions habitudeles, des choses, sans dimension, de ces choses, à 3 autres dimensions, par chaque objet, dans la perception mécanique, nous avons seulement les coordonnées x, y, z de la géométrie habituelle, sans couleur, qui se ramène à 3 autres perceptions, à 3 autres dimensions, à 3 autres sens, des choses de l'habituel, des choses de l'habituel, des choses de l'habituel.

Voici un autre texte inédit de Pierre Demers, inspiré par le rapprochement de l'idée du TEMPS TRIVECTEUR et du modèle G3, avec la contribution de Ramon et Rauscher, laquelle est elle aussi encore inédite.

Cette contribution double le nombre de variables, déjà au nombre de 6, de sorte que l'espace-temps devient dodéca-dimensionnel, pour les fins des calculs.

Or le modèle G3 appliqué à la perception colorée, requiert aussi douze variables, isolables et identifiables dans les expériences de colorimétrie.

Ce texte inédit de Pierre Demers est daté du 22 mars 1980, et il s'intitule:
"Modèle G3: nouvelles Analogies mathématiques entre la Perception visuelle colorée et l'Espace-Temps multidimensionnel".

Il a été soumis au Journal canadien de Physique.

... À ce moment, nous obtenons une espèce d'invariance de la forme de l'invariance de Lorentz.

Il est intéressant de se rendre compte que l'espace en principe tridimensionnel des couleurs présente effectivement la nécessité d'une quatrième dimension, étant que l'espace en principe tridimensionnel de la géométrie et de la mécanique ordinaire.

Cette quatrième dimension se renforce trois, dans ce sens que la vision perceptuelle, pour l'œil, visuellement, en général, l'œil humain, la signature pour l'œil est la vision. Ainsi se présente l'idée que, par analogie entre la structure mathématique de l'espace-temps d'une part, et celle de la perception colorée d'autre part, il serait intéressant de considérer le temps comme ayant trois composantes t_1, t_2, t_3 .

(Révision mineure des symboles originaux).

MODÈLE UNITAIRE G3: NOUVELLES ANALOGIES MATHÉMATIQUES ENTRE LA PERCEPTION VISUELLE COLOREE ET L'ESPACE-TEMPS MULTIDIMENSIONNEL

Pierre Demers, Département de Physique de l'Université de Montréal, Québec,
et Centre québécois de la Couleur, 1200 Latour, Saint-Laurent, Québec

Des tentatives, parmi lesquelles la plus récente semble être celle de Ramon et Rauscher 1980, explorent les conséquences d'attribuer à chacune des composantes bien connues de l'espace, et à chacune des composantes du temps envisagé comme un trivecteur, plus d'une composante.

Ainsi, au lieu de x , on écrira 2 variables x_R et x_I par exemple, on pourra déclarer que x_R est une composante réelle de l'abscisse observable, et que x_I est une composante imaginaire de cette même abscisse. De même pour l'une des composantes du TEMPS TRIVECTEUR, disons t_y , on pourra écrire 2 variables t_{yR} et t_{yI} par exemple, on pourra déclarer que t_{yR} est une composante réelle de t_y , que t_{yI} est une composante imaginaire de t_y , etc.

Ceci fait, il est loisible de chercher quelles sont les expressions des transformations du type des transformations bien connues de Lorentz pour la relativité restreinte, mais cette fois, en examinant les vitesses supraluminales comme celles que possèderaient d'hypothétiques tachyons. Grâce évidemment aux variables supplémentaires que l'on s'est accordées, les solutions sont plus faciles à trouver, et il reste à interpréter les solutions en termes des observations possibles: c'est l'espace-temps multidimensionnel.

Demers 1974, 1975 a proposé l'idée du TEMPS TRIVECTEUR, et il a proposé le modèle unitaire G3, qui contient naturellement le TEMPS TRIVECTEUR et qui l'associe, à cause d'analogies mathématiques, à des variables qui interviennent dans la perception visuelle colorée et dans la colorimétrie avec des lumières cohérentes et polarisées. Voir Demers 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980.

Il est à propos de mentionner ici la théorie des instantons.

Dans cette théorie, on remplace le temps unidimensionnel t par un temps tI , que l'on affecte, dans les équations, du facteur imaginaire, et on cherche les conséquences mathématiques de cette substitution. Cela revient à l'idée d'écrire $t\tilde{R}$ et tI au lieu de t , puis de déclarer que $t\tilde{R}$ est nul, tout en conservant le module de $(t\tilde{R}, tI)$. Voir Olive 1979.

Or, dans le modèle G3 appliqué à la couleur, les composantes d'un équilibre colorimétrique, qui sont 3 amplitudes pour les primaires de l'étalon, et 3 autres amplitudes pour les primaires de la désaturation, peuvent chacune se décomposer physiquement en 2 composantes. En effet, sur une même longueur d'onde, un faisceau ^{peut} transporter 2 informations différentes, qui sont l'amplitude d'une onde de polarisation disons verticale, et l'amplitude d'une onde de polarisation horizontale. A ces 2 amplitudes, s'attachent respectivement, disons pour le faisceau étalon rouge, les variables $x\tilde{R}$ et xI . De même pour le faisceau désaturant vert, il y a 2 ondes différant par leurs polarisations, $y\tilde{R}$ et yI , etc.

L'analogie mathématique est donc complète entre la structure dimensionnelle des équilibres colorimétriques d'une part, et celle des invariances spatio-temporelles de la relativité restreinte multidimensionnelle telle que discutée par Ramon et Rauscher et d'autres. Il faut ajouter que les signatures sont identiques dans les 2 cas.

Une différence importante est celle-ci: dans les équilibres colorés, les 12 variables sont identifiées et sont isolables clairement, par l'usage de filtres polarisants dans une expérience donnée. Dans les invariances spatio-temporelles mentionnées, les 12 variables sont surabondantes, ou

du moins énigmatiques encore, car l'observation ne révèle que 3 dimensions d'espace et une de temps. Les 12 variables se ramènent à 4.

A la vérité, les 12 variables des équilibres colorimétriques se ramènent aisément à 6, si l'observateur est dépourvu de filtres polarisants. De plus, 2 ou même 3 de ces variables sont superflues, puisqu'il est possible d'obtenir tout équilibre coloré, si on le désire, avec 3 faisceaux seulement, et c'est la manière habituelle de formuler les règles de la trichromie classique. Les 12 variables des équilibres colorimétriques sont donc elles aussi surabondantes, dans des cas particuliers d'observation.

Voici une mise en parallèle sous la forme d'un tableau.

1ère rangée	x	y	z	tx	ty	tz	6 variables						
2e rangée	$x\bar{x}$	xI	$y\bar{x}$	yI	$z\bar{x}$	zI	$tx\bar{x}$	txI	$ty\bar{x}$	tyI	$tz\bar{x}$	tzI	12 variables
Spatio-temporel	3 observables			1 observable (3 dans le TEMPS TRIVECTEUR)									
Equilibre colorimétrique													
Observateur muni de polariseurs	6 observables			6 observables									
Observateur non muni de polariseurs	3 observables			3 observables									
Observateur économique variables indépendantes	3 observables parmi les 6 de la 1ère rangée, dont au moins 1 de x, y, z												

Pour le modèle G3 appliqué à la couleur en lumières homogènes cohérentes et polarisées, voir surtout Demers 1978.2, 1979.2, 1980.2.

L'existence des analogies mathématiques relevées ci-dessus suggère que le modèle G3 pourrait servir de guide heuristique, non seulement dans les tentatives concernant la relativité restreinte, mais aussi dans d'autres tentatives concernant d'autres aspects physiques fondamentaux, comme par

exemple les particules élémentaires. Voir à ce sujet Demers 1979, 1980.

Références

- C. Ramon et E. A. Rauscher 1980. Foundations of Physics à paraître,
communication privée (Transformation superluminales dans
les Espaces de Minkowski complexes)
Voir aussi E. T. Newman 1973, J. math. Phys. 14, 774;
K. Imaeda 1979, (Formulation des Tachyons en Termes de
Quaternions, Transformations superluminales et un Espace-Temps
complexe), Il Nuovo Cimento 50B, 271-293; etc
- P. Demers 1974, Journée d'Etude des Professeurs du Département de Physique
Univ. de Montréal, 7 avril
- P. Demers 1975, J. can. Phys. 53, 1687-1688; Ann. ACFAS 42, No 1, 97
- P. Demers 1976, Ann. ACFAS 43, No 1, 152
- P. Demers 1977, Ann. ACFAS 44, No 1, 142; Color 77, Hilger, 150-152
- P. Demers 1978, Ann. ACFAS 45, No 1, 155; Renc. AS Couleur, ACFAS et Pr.
universitaires Mtl, Tome I, 41-57; 58-63; Tome II, 54-83
- P. Demers 1978.2, Renc. AS Couleur, ACFAS et Pr. universitaires Mtl, Tome II,
1-22; 54-83; Ann. ACFAS 45, No 1, 115
- P. Demers 1979, Ann. ACFAS 46, No 1, 161
- P. Demers 1979.2, Ann. ACFAS 46, No 1, 126
- P. Demers 1980, Rev. Biomathématique accepté pour publication le 11 septembre 1979
- P. Demers 1980.2, Rev. Biomathématique accepté pour publication le 15 mai 1979
- D. Olive 1979, Riv. Nuovo Cimento 2, No 8, 1

Voici d'abord la plus récente publication disponible sur le TEMPS TRIVECTEUR, inspirée par les travaux de Pierre Demers. Je remercie E. A. B. Cole, son auteur, qui m'en a communiqué le manuscrit avant publication.

Cole examine ici une conséquence, déjà aperçue par Dorling, que, si le temps avait plus d'une dimension réelle, aucune particule ne pourrait être stable.

La suite de la discussion suggère une relation entre la possibilité de réalisation de plus d'une dimension du temps, et la constante de Planck. L'apparition de ces autres dimensions serait limitée par une espèce de principe d'incertitude.

Cette dernière considération a été reprise par Pierre Demers, vide supra.

Le titre de ce texte de E. A. B. Cole est:
("Désintégration des Particules dans la Relativité hexa-dimensionnelle").

Paru en 1980.

Particle decay in six-dimensional relativity

E A B Cole

School of Mathematics, The University, Leeds LS2 9JT, UK

Received 30 May 1979

Abstract. Special relativity is developed using a real six-dimensional space-time. It is shown that the imposition of parallel time displacements in each frame necessarily implies subluminal transformations. Conservation of six-momentum yields the usual three-momentum equation together with a vector equation which replaces the scalar energy equation of the corresponding four-dimensional theory. On energetic grounds alone it is shown that a particle may decay into a set of particles whose total rest mass is greater than that of the original particle, and that particles may be produced from the vacuum state. When virtual particle production is considered, this suggests a tentative link between the uncertainty principle and a six-dimensional theory with a restriction to small deviations from a constant time direction.

1. Introduction

When the special Lorentz transformations are extended to deal with superluminal reference frames it is found that imaginary quantities enter the linear transformations (Recami and Mignani 1974, Corbeñ 1975, Pahor and Strnad 1976, Cole 1977, Recami 1978, 1979 *Rep. Prog. Phys.* (to be submitted)). A number of workers (Dorling 1970, Demers 1975, Kalitzin 1975, Mignani and Recami 1976, Ziino 1977, Cole 1978, Dattoli and Mignani 1978, Pappas 1978, Vyšín 1978) have investigated the idea that three time dimensions may be necessary for a fuller description of physical phenomena, mainly in connection with these extended transformations. Cole (1977) showed that, assuming the constancy of the speed of light, real linear transformations could be obtained between six real space-time variables for both the subluminal and superluminal cases. In addition to retaining linearity and reality, this approach also has the advantage of introducing space-time symmetry when the two extra variables are interpreted as time coordinates.

The major problem associated with this approach is that of interpreting the idea of a three-dimensional time in terms of observations on physical systems. Time does not

References

- Close F E 1979 *Nature* **278** 687-8
- Cole E A B 1977 *Nuovo Cim. A* **40** 171-80
- 1978 *Nuovo Cim. B* **44** 157-66
- 1979 *Gravitational effects in six-dimensional relativity* (in preparation)
- Corben H C 1975 *Nuovo Cim. A* **29** 415-26
- Dattoli G and Mignani R 1978 *Lett. Nuovo Cim.* **22** 65-8
- Demers P 1975 *Can. J. Phys.* **53** 1687-8
- Dorling J 1970 *Am. J. Phys.* **38** 539-40
- Kalitzin N S 1975 *Multitemporal Theory of Relativity* (Sofia: Bulgarian Academy of Sciences)
- Mignani R and Recami E 1976 *Lett. Nuovo Cim.* **16** 449-52
- Pahor S and Strnad J 1976 *Nuovo Cim. B* **33** 821-8
- Pappas P T 1978 *Lett. Nuovo Cim.* **22** 601-7
- Recami E 1978 *Tachyons, Monopoles and Related Topics* (Amsterdam: North-Holland)
- Recami E and Mignani R 1974 *Riv. Nuovo Cim.* **4** 209-90
- Vyšín V 1978 *Lett. Nuovo Cim.* **22** 76-80
- Ziino G 1977 *Istituto di Fisica dell'Università Palermo Preprint*

Voici une autre publication inspirée par les travaux de Pierre Demers sur le TEMPS TRIVECTEUR. Elle est de Ceon Ramon et Elizabeth A. Rauscher.

Cette publication étudie les possibilités d'écrire des transformations du type des transformations de Lorentz, lorsque les vitesses dépassent celle de la lumière. On sait que les formules élémentaires conduisent à des absurdités, mais ici, les auteurs explorent les possibilités qu'offrent des coordonnées complexes remplaçant les coordonnées réelles.

Ainsi, au lieu de x , on écrit $xR+xiIm$, avec deux variables au lieu d'une. De même pour le temps, pour chaque composante du temps trivecteur, on écrit par exemple $txR+txiIm$ au lieu de Tx .

Ce texte est destiné à Foundations of Physics, il a été transmis à Pierre Demers pour examen à titre d'arbitre dans le Comité de lecture de ce périodique (rédacteurs de Foundations of Physics: Wolfgang Yourgrau et Alwyn van der Merwe).

On remarquera les nombreuses corrections mineures apportées par Pierre Demers à ce manuscrit, d'ailleurs valable.

Ce texte est intitulé:
("Transformations superluminales dans les Espaces de Minkowski complexes").

LBL-9752

Superluminal Transformations in Complex Minkowski Spaces*

Ceon Ramon**

The Children's Orthopedic Hospital and Medical Center
4800 San Point Way N.E.
Seattle, Washington 98105

and

Elizabeth A. Rauscher

Nuclear Science Division
Lawrence Berkeley Laboratory
University of California
Berkeley, CA 94720

September 1979

Abstract

We calculate the mixing of real and imaginary components of space and time under the influence of superluminal boost in the x-direction. A unique mixing is determined for this superluminal Lorentz Transformation when we consider the symmetry properties afforded by the inclusion of three temporal dimensions. Superluminal transformations in complex six dimensional space exhibit unique tachyonic connections which have both remote and local space-time event connections.

*Supported in part by the Nuclear Science Division of the Department of Energy under contract No. W-7405-ENG-48.

**Former address: Department of Electrical Sciences, SUNY, Stony Brook, New York," and Astronomy Department, University of Washington, Seattle, Washington 98195.

181-1032

Superficial Transformation in Complex Systems

John Doe

The following is a preliminary report of the results of the research project.

The project was supported by the National Science Foundation, Grant No. 181-1032.

The research was conducted in the Department of Physics, University of Washington, Seattle, Washington 98195.

Abstract
The results of the research project are presented in this report. The project was designed to investigate the effects of various parameters on the transformation of complex systems. The results show that the transformation is highly sensitive to the initial conditions and the parameters of the system. The transformation is also highly dependent on the time scale of the observation. The results are presented in the form of a series of plots and tables. The plots show the transformation of the system as a function of time and the parameters of the system. The tables show the values of the parameters of the system for which the transformation is observed.

Keywords
Transformation, Complex Systems, Initial Conditions, Parameters, Time Scale, Observation.

Supported in part by the National Science Foundation, Grant No. 181-1032.

Author's address: Department of Physics, University of Washington, Seattle, Washington 98195.

References and Footnotes

1. R. Mignani and E. Recami, Lett. Nuovo Cimento 11, 421 (1974), and references therein.
2. G. Feinberg, Phys. Rev. 159, 1089 (1967).
- ✓ 3. E. A. Rauscher, Lett. Nuovo Cimento 7, 361 (1973)
- 724 4. E. T. Newman, J. Math. Phys. 14, ⁷²⁴744 (1973).
- 61 e 5. R. O. Hanson and E. T. Newman, Gen. Rel. and Gravitation 6, 216 (1975).
- 1 6. R. Penrose and M. A. H. MacCallum, Phys. Reports 6c, 245, (1973).
- u 7. E. A. Rauscher, ^uBill. Am. Phys. Soc. 23, 84 (1978).
- a 8. E. A. Rauscher, Frontiers of Physics, Iceland Conference Proceedings, Reykjavik, Iceland, ^aEssentia Research Associates, Amherst, Wisconsin, 54406, Brian Josephson and A. Puharich, eds., pp. 50-93, 1979.
- * See Sheet → 9. P. Demers, Canad. J. Phys. 53, 1687 (1975).
- Pages 10. P. T. Papas, ^bLett. Nuovo Cimento 22, 601, (1978).
- DIO 11. J. F. Clauser and W. A. Horne, Phys. Rev. 100, 526 (1974).
- (N.Y.) x 12. J. S. Bell, ^(N.Y.)Physics 1, 195 (1964).
- e X 13. O. Costa de Beauregard, ^eIl Nuovo Cimento ⁺and Ref. 8, pp. 162-189.
- Bohm 14. Private communication, D. Bohn, ^mBirkbeck College, University of London, November 1977.

X
Reference
should
be completed

Voici un texte de G. Spinelli, paru dans Lettere al Nuovo Cimento, qui s'attache lui aussi à l'examen du TEMPS TRIVECTEUR proposé par Pierre Demers.

Par des considérations principalement dimensionnelles, Spinelli cherche à démontrer que le temps ne peut pas avoir 3 dimensions physiquement observables.

Son texte s'intitule:
("Contre la Nécessité d'un Temps tridimensionnel").

Against the Necessity of a Three-Dimensional Time.

G. SPINELLI (*)

Istituto di Matematica del Politecnico - Milano

(ricevuto il 18 Luglio 1979)

In the recent times one can notice in the literature a flourishing of papers in which the time is considered as a three-dimensional vector ⁽¹⁻³⁾.

A first paper against this physical theory is the one by STERNAD ⁽⁴⁾. He observes that in such a theory the transversal Doppler effect is missed completely whilst such an effect has been measured.

Here I will consider a theoretical topic only. In some of those papers ⁽²⁻³⁾ the necessity of such a theory is asserted due to a presumed inconsistency of the standard kinematics. It seems to me that such an inconsistency does not exist at all and that therefore, at least from this point of view, no need for a new kinematics is present. In two papers ⁽²⁻³⁾ the inconsistency of the following postulates of special relativity is asserted:

- a) ordinary space is *three-dimensional* and Euclidean,
- b) light speed is *invariant*.

The objection of ref. ⁽³⁾ is that a) implies:

i) Any (pointlike) object which is *free* (i.e. subjected to *no* force) has *three* degrees of freedom when moving in (empty) space. Namely, in order that its (instantaneous) spatial position may be univocally determined, it *always* needs to be assigned a number of *three* independent functions of time.

ii) The motion of any *free* (pointlike) object can *always* be characterized by *three* independent (Cartesian) velocity components whose mutual *orthogonality* requires any variation of each one of them to cause by itself *no* change in the remaining two components.

A first minor remark is that the definition of *freedom* based on the absence of forces acting on the pointlike object is at least strange in view of characterizing its degrees of

(*) Work done under the auspices of GNFM of CNR.

⁽¹⁾ See for example P. DEMERS: *Can. J. Phys.*, **53**, 1687 (1975); R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976); P. T. PATTAS: *Lett. Nuovo Cimento*, **22**, 601 (1978).

⁽²⁾ G. ZIINO: *Phys. Lett. A*, **70**, 87 (1979).

⁽³⁾ G. ZIINO: *Lett. Nuovo Cimento*, **24**, 171 (1979).

⁽⁴⁾ J. STERNAD: *Lett. Nuovo Cimento*, **25**, 73 (1979).

Voici 2 textes de J. Strnad, parus dans Lettere al Nuovo Cimento, et inspirés par l'idée proposée par Pierre Demers, celle du TEMPS TRIVECTEUR.

Dans le plus récent de ces textes, intitulé:
("L'Espace-Temps hexadimensionnel et la Précession de Thomas"),
Strnad démontre que la symétrie complète entre le nombre de dimensions de l'espace et de celles du temps conduit à interdire la précession de Thomas (réf. propriétés spectroscopiques liées au spin de l'électron). Cela paraît confirmer que le temps ne peut posséder 3 dimensions réelles.

Dans le premier de ces textes, intitulé:
("Un Système à six Dimensions"),
Strnad reconnaît des difficultés comparables, sinon pour la désintégration en vol des particules instables, du moins pour l'effet Fizeau-Doppler transversal.

Six-Dimensional Space-Time and the Thomas Precession.

J. STRNAD

Department of Physics and J. Stefan Institute, University of Ljubljana - Ljubljana

(ricevuto il 24 Settembre 1979)

Six-dimensional space-time was considered in a number of recent papers (¹⁻³). This generalization with symmetrical space and time of the ordinary four-dimensional space-time is a welcome tool for studying extended relativity (⁴). Current six-dimensional schemes, however, contradict experimental facts. They do not reproduce the transversal Doppler effect and lead to the decay of, e.g., the electron and the proton (⁵). In this letter a property of the Lorentz transformations in six dimensions is discussed.

A general homogeneous Lorentz transformation in six-dimensional space-time with metrics $(- - - + + +)$ (¹⁻³) is represented by the matrix

$$(1) \quad L_6(v_1, v_2, v_3) = \begin{pmatrix} \gamma_1 & 0 & 0 & -\gamma_1 v_1 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_2 & 0 & 0 & -\gamma_2 v_2 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_3 & 0 & 0 & -\gamma_3 v_3 \\ -\gamma_1 v_1 & 0 & 0 & \gamma_1 & 0 & 0 \\ 0 & -\gamma_2 v_2 & 0 & 0 & \gamma_2 & 0 \\ 0 & 0 & -\gamma_3 v_3 & 0 & 0 & \gamma_3 \end{pmatrix},$$

$c = 1$, v_i ($i = 1, 2, 3$) is the three-dimensional velocity of the origin of inertial reference frame S' with respect to another such frame S and $\gamma_i = (1 - v_i^2)^{-1/2}$. It takes a six-vector $(t_1, t_2, t_3, x_1, x_2, x_3)$ over into $(t'_1, t'_2, t'_3, x'_1, x'_2, x'_3)$. As usually, frames S and S' are supposed to have mutually parallel space axes. It is sufficient to consider transformations referring to frames with parallel axes as long as one deals with two frames of reference only. After the directions of axes in S are fixed, the corresponding axes in S' can always

(¹) P. T. PAPPAS: *Lett. Nuovo Cimento*, **22**, 601 (1978); **25**, 429 (1979) and references therein.

(²) G. ZIINO: *Lett. Nuovo Cimento*, **24**, 191 (1979); *Phys. Lett. A*, **70**, 87 (1979).

(³) G. A. B. COLE: *Nuovo Cimento A*, **40**, 171 (1977); *J. Phys. A: Gen. Phys.* (to be published).

(⁴) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209 (1974).

(⁵) J. STRAND: *Fizika (Alma-Ata)*, **10**, 217 (1979); *Lett. Nuovo Cimento*, **25**, 73 (1979); *Fizika (Alma-Ata)*, to be published.

Demers

On a Scheme in Six Dimensions.

J. STERNAD

Department of Physics and J. Stefan Institute, University of Ljubljana - Ljubljana

(ricevuto il 23 Ottobre 1978)

In a letter PAPPAS has considered a six-dimensional space-time ⁽¹⁾. It is not the first proposal of this kind since symmetric space-time is appealing, particularly from the standpoint of extended relativity ⁽²⁾. Attempts to generalize the experimental accessible one temporal dimension to three abstract dimensions are interesting *per se*. But a viable scheme must meet a severe condition: it has to incorporate the well-known four-dimensional equations at least to the accuracy to which they have been verified experimentally.

In Pappa's scheme space-time exhibits an attractive novel feature: it is made up of three equivalent two-dimensional spaces. So it appears worthwhile, putting aside possible flaws and internal inconsistencies of the scheme, to confront it with experimental evidence.

A convenient test ⁽³⁾ is the relationship between co-ordinate and proper time, t and t' , respectively:

$$(1) \quad t^2 = t'^2 / (1 - v^2).$$

It was verified by measuring the decay time of unstable particles in flight to an accuracy of about 0.1% ⁽⁴⁾. In (1) v is the velocity of the particle and c has been put equal to 1.

For a particle at the origin of the proper frame S' transformation formulae (eq. (12) of ref. ⁽¹⁾) give for the time vector in the unproper frame S :

$$(t_x, t_y, t_z) = (t'_x / (1 - v_x^2), t'_y / (1 - v_y^2), t'_z / (1 - v_z^2)).$$

Therewith eq. (1) can be formally recovered putting $t^2 = k_x^2 t_x^2 + k_y^2 t_y^2 + k_z^2 t_z^2$ and $k_i = (1 - v_i^2) / (1 - v_x^2 - v_y^2 - v_z^2)$, $i = x, y, z$. Thus, Pappas' scheme can reproduce in a symmetric way results in accordance with eq. (1) and in this respect it surpasses other schemes ⁽²⁾.

⁽¹⁾ P. T. PAPPAS: *Lett. Nuovo Cimento*, **22**, 601 (1978).

⁽²⁾ P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975); R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976); E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, **44 B**, 157 (1978).

⁽³⁾ J. STERNAD: *Fizika*, **10**, 217 (1978) and *Fizika* (in press).

⁽⁴⁾ J. BAILEY *et al.*: *Nature*, **268**, 301 (1977).

Voici 2 textes de P. T. Pappas,
qui examinent aussi des aspects du
TEMPS TRIVECTEUR proposé par Pierre Demers.

L'aspect le plus aisément accessible
du premier de ces textes, intitulé
("La Physique à six Dimensions, sa
Formulation axiomatique"),
consiste à déclarer qu'il y a 3 espaces-
temps distincts, résultant chacun de
l'association d'une coordonnée d'espace et
de la coordonnée de temps correspondante,
par exemple x , tx ; etc.

Cela revient à écrire $\xi(x, tx)$, à la
manière de Pierre Demers (J. can. Phys.
1975, vide supra).

Dans les expériences de colorimétrie
désaturante, il existe effectivement 3
espaces décrits de cette façon, l'un pour
le rouge, l'autre pour le vert et le
dernier pour le bleu, comme Pierre Demers
l'a montré (Tome II, Renc. AS Coul. 1978,
Colorimétrie avec des Lumières cohérentes,
et Rev. Biomath. sous presse, Groupe de
Poincaré-Lorentz dans la Perception visuelle
colorée). Ces 3 espaces sont indépendants.

Quant à l'espace-temps, ces 3 espaces-
temps ne sont pas indépendants.

Dans le dernier de ces textes,
intitulé
("L'Equation au "TEMPS TRIDIMENSIONNEL"),
Pappas suggère entre autres, que le TEMPS
TRIDIMENSIONNEL n'est pas tout à fait un
vecteur euclidien. Vide supra, texte
de Pierre Demers soumis à Lettere al
Nuovo Cimento.

The « Three-Dimensional Time » Equation.

P. T. PAPPAS

Department of Physics, Division of Mechanics
University of Athens - Panepistimiopolis, Athens 621

corrected:
(ricevuto il 22 Maggio 1979)

original: 22 Nov. 1978

There has been introduced by the author ^(1,3) and independently by DEMERS ⁽⁴⁾ a « six-dimensional space-time ». MIGNANI and RECAMI ⁽⁵⁾, and COLE ⁽⁶⁾ suggested that the « three-dimensional time » can help us to interpret the imaginary quantities which enter the superluminal transformations ⁽⁷⁾. These authors ^(4,5) as well as VYŠIN ⁽⁸⁾ adopted the view that only the ordinary time given by the Euclidean metric

$$(1) \quad t = (t_x^2 + t_y^2 + t_z^2)^{1/2}$$

is directly measurable. It was soon realized ⁽⁹⁾ by the author that this formula gives rise to difficulties outside the electromagnetic theory. COLE ⁽¹⁰⁾ later suggested a statistical interpretation of the « three-dimensional time ». This was a reasonable suggestion, provided that results would follow in agreement with observation. A similar statistical interpretation was initially suggested by the author ⁽¹⁾, as well.

In the present work, following elementary algebra, a closely related formula to (1) is derived. The two formulae coincide in the domain of electromagnetism, that is for velocities $V = c$ and differ when $V \neq c$. Consequently DATTOLI and MIGNANI ⁽¹¹⁾ are just right in using (1) for electromagnetic events. Outside this domain the derived formula (7), which suggests that the « three-dimensional time » is not exactly a vector in an Euclidean vector space, should be used. For completeness an argument for the

(1) P. T. PAPPAS: *The principle of universal synnetry*, submitted to *Inter. Journ. Theor. Phys.* (1975).

(2) P. T. PAPPAS: *A Physical theory in six dimensions*, submitted and accepted by *Inter. Journ. Theor. Phys.* (1976).

(3) P. T. PAPPAS: *Lett. Nuovo Cimento*, 22, 601 (1978).

(4) P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, 53, 1687 (1975).

(5) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, 16, 449 (1976).

(6) E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, 40 A, 171 (1977).

(7) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Ric. Nuovo Cimento*, 4, 209 (1974).

(8) V. VYŠIN: *Lett. Nuovo Cimento*, 22, 76 (1978).

(9) Private communication (1977), of the Author to Profs. E. RECAMI and R. MIGNANI.

(10) E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, 44 B, 157 (1978).

(11) G. DATTOLI and R. MIGNANI: *Lett. Nuovo Cimento*, 22, 65 (1978).

Physics in Six Dimensions: An Axiomatic Formulation.

P. T. PAPPAS (*)

Q.M.C. University of London - London

(ricevuto il 5 Maggio 1978)

In two previous works ^(1,2) we argued that special relativity is not a theory corresponding *exactly* to the physical reality. For this reason general relativity was proposed. Here according to the reasoning of the works ^(1,2) we formulate an axiomatic system. Briefly, the reasoning is underlied: a) by a complete symmetry between space and time, and so space-time has dimensionality $3 + 3$; b) by the demand each space component with the conjugate time to be independent of the other, and the produced space to be the direct sum of three two-dimensional spaces. In this space additional restrictions should be imposed in such a way to give the 4-dimensional common concept of the physical world; c) by a third ⁽³⁾ reason which need not necessarily be presented here and which proves the necessity of the six dimensions.

By a massive inertial frame it will be implied what is meant in practice by "inertial frame", and not the geometrical abstraction of the inertial frame which is an ideal concept. Examples of such massive frames are a laboratory or an observatory *in* or *from* which a free body is observed to retain its state of motion. The best example of this will be the interior of a sufficiently small, free falling, nonrotating laboratory, preferably with spherical symmetry, provided with perpendicular axes (yard or metre sticks) X, Y, Z and a usual atomic clock for time t . In the above example the interior of the laboratory was considered. For the exterior, the ordinary concept (of conventional physics) will be retained for inertial frames. The methods used for the interior for measuring distances or time will be extrapolated to the exterior. So the X, Y, Z, t will be extended in an abstract geometrical way. At this stage, this might be considered a weak point of this development.

There are two cases of observations to be considered in this development:

a) Observations *in* the massive inertial frame or in the laboratory, when the phenomenon takes place in the interior of the laboratory. It is assumed gravitation in the laboratory may exist but its effects mutually cancel out.

(*) Present address: 26, Markopulioti Street, Athens 411, Greece.

(1) P. T. PAPPAS: *The principle of universal symmetry, a unifying theory*, 30 of May 1975, unpublished, submitted to *Inter. Journ. Theor. Phys.*

(2) P. T. PAPPAS: *A physical theory in six dimensions*, 24 of January 1976, unpublished, submitted to *Inter. Journ. Theor. Phys.*

(3) Under preparation.

M. Demers

Le texte suivant est du à K. Imaeda, qui traite de certains aspects du TEMPS TRIVECTEUR, dans une recherche de transformations adéquates pour les vitesses supraluminales.

Imaeda recourt à une complexification des coordonnées d'espace et de temps. Il le les remplace chacune par un quaternion. Naturellement, les conclusions, d'ordre mathématique, sont difficiles à interpréter quant à la réalité physique, ou aux observations possibles.

Imaeda définit même des biquaternions, pour les fins de ses calculs.

Son texte, publié dans Il Nuovo Cimento, s'intitule ("Formulation des Tachyons en Termes de Quaternions, Transformations superluminales et un Espace-Temps complexe").

Quaternionic Formulation of Tachyons, Superluminal Transformations and a Complex Space-Time.

K. IMAEDA

School of Cosmic Physics, Dublin Institute for Advanced Studies - Dublin, Ireland

(ricevuto il 22 Marzo 1978; manoscritto revisionato ricevuto il 27 Novembre 1978)

Summary. — A theory of tachyons and superluminal transformations is developed on the basis of the quaternionic formulation. We have introduced a complex space-time and a complex transformation group which contains both Lorentz transformations and superluminal transformations. The complex space-time «the biquaternion space» which is closed under the superluminal transformations is introduced. The principle of special relativity, such as the conservation of the quadratic form of the metric of the space-time, and the principle of duality are extended to the complex space-time and to bradyons, luxons and tachyons under the complex transformations. Several characteristic features of the superluminal transformations and of tachyons are derived.

1. — Introduction.

Although the theoretical compatibility of the existence of tachyons with the principle of relativity has been well established⁽¹⁻³⁾, the way to extend the fundamental concepts of physics to tachyons in the two-dimensional space-time into four-dimensional space-time is still far from clear. There are wide

⁽¹⁾ O. M. BILANIUK, V. K. DESHPANDE and E. C. G. SUDARSHAN: *Amer. Journ. Phys.*, **30**, 718 (1962).

⁽²⁾ G. FEINBERG: *Phys. Rev.*, **159**, 1089 (1967).

⁽³⁾ L. PARKER: *Phys. Rev.*, **188**, 2286 (1969).

differences in the view among physicists concerning, for example, the formulation of superluminal transformations (SLT) of a particle^(4,7) and of an electromagnetic field in the $(1+3)$ space-time^(8,12), the necessity for introducing an extended space-time to describe tachyons and SLTs^(4,6,9,12-20) and to clarify the meaning of complex physical quantities introduced thereupon^(9,21).

At the moment, in the theory of tachyons, there seems to be no intrinsic way of formulating a SLT which transforms a system into another moving with a velocity exceeding that of light in the $(1+3)$ space-time by extending the existing formulation in the $(1+1)$ space-time⁽³⁾. Several attempts have been made to derive an acceptable formula for a SLT^(4,6,11). Although much progress has been made in this respect, their aim has not been attained⁽²²⁾. The difficulties are the following.

When a superluminal system $K(x'_0, x'_1)$ is moving with a velocity v , $|v| > c$, in the x_1 direction of a subluminal system $S(x_0, x_1)$, the transformation from the subluminal system S to the superluminal system K is given by^(3,4)

$$(1) \quad x'_0 = \frac{(\pm)(x_0 - \beta x_1)}{\sqrt{|\beta^2 - 1|}}, \quad x'_1 = \frac{(\pm)(x_1 - \beta x_0)}{\sqrt{|\beta^2 - 1|}},$$

$$\beta = v/c, \quad |\beta| > 1,$$

then the quadratic metrics of the two spaces are related by

$$(2) \quad x'^2_0 - x'^2_1 = -(x^2_0 - x^2_1).$$

-
- (4) V. S. OLKHOVSKY and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **1**, 165 (1971).
 (5) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Lett. Nuovo Cimento*, **4**, 144 (1972).
 (6) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Nuovo Cimento*, **14 A**, 169 (1973).
 (7) R. GOLDONI: *Lett. Nuovo Cimento*, **5**, 495 (1972); *Nuovo Cimento*, **14 A**, 501 (1973).
 (8) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 367 (1974); **11**, 417 (1974).
 (9) H. CORBEN: *Lett. Nuovo Cimento*, **11**, 533 (1974).
 (10) H. CORBEN and E. HONIG: *Lett. Nuovo Cimento*, **13**, 586 (1975).
 (11) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **13**, 589 (1975).
 (12) H. CORBEN: *Nuovo Cimento*, **29 A**, 415 (1975).
 (13) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209 (1974).
 (14) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **4**, 642 (1972); **9**, 357 (1974).
 (15) P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975).
 (16) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976).
 (17) E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, **44 B**, 157 (1978).
 (18) E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, **40 A**, 171 (1977).
 (19) R. V. MENDES: preprint (1977).
 (20) R. MIGNANI: *Lett. Nuovo Cimento*, **18**, 134 (1975); *Proceedings of the First Session Interdisciplinary Seminars on «Tachyons and Related Topics», September 1-15, 1976*, to be published (Amsterdam, 1978).
 (21) A. J. KALNAY and B. P. TOLEDO: *Nuovo Cimento*, **48 A**, 997 (1967).
 (22) See, for example, A. R. LEE and T. M. KLOTAS: *Nuovo Cimento*, **41 B**, 365 (1977).

Dans les deux articles que voici, G. Ziino suggère la nécessité de 3 dimensions temporelles, c'est-à-dire d'un temps qui serait physiquement TEMPS TRIVECTEUR.

Son argumentation se base sur la constance de la vitesse de la lumière, sur la géométrie de l'espace ordinaire, ce qui le conduit à proposer qu'il faut un degré de liberté de "dilatation" du temps, pour chaque dimension de l'espace; du moins c'est là ce qu'une lecture rapide permet de comprendre.

Curieusement, les 2 articles se ressemblent comme deux gouttes d'eau.

Ces articles ont paru dans Lettere al Nuovo Cimento et dans Physics Letters, respectivement. Ils s'intitulent:
("Sur la Possibilité d'une Transformation de Lorentz avec un Temps tri-dimensionnel")

On the Theoretical Reliability of a Three-Temporal Lorentz Transformation.

G. ZIINO

Istituto di Fisica dell'Università - Palermo, Italia

Dipartimento di Fisica, Università della Calabria - Cosenza, Italia

(ricevuto il 26 Ottobre 1978)

Let us consider the following fundamental postulates of special relativity:

- a) ordinary space is *three-dimensional* and Euclidean,
- b) light speed is *invariant*.

As a direct consequence of a), two general geometrical requirements should *still* be fulfilled even in the relativistical framework:

i) Any (pointlike) object which is *free* (i.e., subjected to *no* force) has *three* degrees of freedom when moving in (empty) space. Namely, in order that its (instantaneous) spatial position may be univocally determined, it *always* needs to be assigned a number of *three* independent functions of time.

ii) The motion of any *free* (pointlike) object can *always* be characterized by *three* independent (Cartesian) velocity components whose mutual *orthogonality* requires any variation of each one of them to cause by itself *no* change in the remaining two components.

which means that the *three-dimensional* time dilatation expressed by (9) would just ensure a *complete* fulfilment of (i)). Analogously, the square of the object world-line interval would read as

$$(6') \quad c^2 dt^2 - d\mathbf{r}^2 = c^2 dt_0^2,$$

where dt , dt_0 are *time* vectors and $dt_0^2 = dt^2$. Moreover, setting $d\mathbf{r}^2 = q^2 dt^2$, it is easy to find by comparison with eqs. (5'):

$$(7') \quad dt^2 = \frac{dt_x^2 + dt_y^2 + dt_z^2}{3 - 2v^2/c^2},$$

which shows how time could *gradually* pass from a pure *scalar* behaviour in space ($v = 0$) to a pure *vector* one ($v = c$).

(¹) A three-dimensional (Euclidean) time had already been introduced by some authors, but still under the «classical» assumption that the *only* observable quantity related to any time vector t should be its *scalar* amplitude t . See, e.g., N. S. KALITZIN: *Multitemporal Theory of Relativity* (Sofia, 1975); P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975); R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976); M. PAVŠIĆ and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **19**, 273 (1977). See also E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, **40 A**, 171 (1977); **44 B**, 157 (1978).

ON THE POSSIBILITY OF A THREE-TEMPORAL LORENTZ TRANSFORMATION

G. ZIINO

Istituto di Fisica, Università di Palermo, Palermo, Italy
and Dipartimento di Fisica, Università della Calabria, Cosenza, Italy

Received 3 August 1978

Revised manuscript received 10 October 1978

It is suggested that, strictly speaking, light speed invariance would not seem to be fully consistent with ordinary space geometry unless proper time is allowed to undergo one independent dilatation for each degree of space freedom.

Let us turn our attention to the following postulates of special relativity:

(a) Ordinary space is *three-dimensional* and euclidean.

(b) Light speed is *invariant*.

As a consequence of (a), a general geometrical property should *a priori* be fulfilled even by relativistic motion:

(i) Any (point-like) object which is *free* (i.e., *not* subjected to any force) has *three* degrees of freedom when moving in (empty) space. Namely, in order that its successive positions may be univocally determined, it needs to be assigned, instant by instant, a number of *three independent (cartesian) coordinates*.

On this ground, let us pass studying the general case of a free (point-like) object with (cartesian) velocity components v_x, v_y, v_z . Setting $v_q = dq/dt_q$ ($q = x, y, z$) and taking into account that the proper time t_0 is anyhow bound by space isotropy to behave like a *scalar* quantity, we get then

$$c^2 dt_q^2 - dq^2 = c^2 dt_0^2 \quad (q = x, y, z), \quad (6')$$

where the *three-dimensional* time dilatation expressed by

$$dt_q = dt_0 / (1 - v_q^2/c^2)^{1/2}, \quad (9)$$

would just ensure a complete fulfilment of (i). Analogously, the square of the object world-line interval would read as

$$c^2 d\tau^2 = dt_x^2 = c^2 dt_0^2, \quad (7')$$

^{†1} A three-dimensional (euclidean) time had already been introduced by some authors [1], but still under the "classical" assumption that the *only* observable quantity related to any time vector t should be its *scalar* amplitude t .

condition (2), coordinates (1) would *not* result as being independent of each other; and those *two* degrees of freedom which the photon (being *free*) should have on the (x, y) plane would actually be reduced to *one* only, represented by $\varphi = \arccos[x(t)/ct] = \arcsin[y(t)/ct]$.

The same difficulty would be met with, although in a slightly different way, even when replacing the photon above by a free (point-like) object moving at speed $v < c$. In fact, let us write down its equations of motion in the special form

$$x(t(t_0)) = v_x t(t_0), \quad y(t(t_0)) = v_y t(t_0), \quad (3)$$

where, under standard boundary conditions for the physical consequences will be carefully analysed elsewhere.

The present paper is dedicated to my Mother's memory.

^{†2} Very recently, I have got knowledge of a work [2] in which the same transformation as (10) is axiomatically inferred from the non-relativistic hypothesis of a vanishing transversal aberration for light.

References

- [1] See, e.g. N.S. Kalitzin, Multitemporal theory of relativity, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia (1975); P. Demers, Can. J. Phys. 53 (1975) 1687; R. Mignani and E. Recami, Lett. Nuovo Cimento 16 (1976) 449; M. Pavšič and E. Recami, Lett. Nuovo Cimento, 19 (1977) 273; see also E.A.B. Cole, Nuovo Cimento, 40A (1977) 171; 44B (1978) 157; V. Vysin, Lett. Nuovo Cimento 22 (1978) 76.
- [2] P.T. Pappas, Intern. J. Theor. Phys. (1978), to be publ.
- [3] J.P. Hsu, Found. Phys. 6 (1976) 317.

T
T
T

Dans le texte que voici, de V. Vysin,
il est question de tachyons et de
monopôles magnétiques, idée mise de
l'avant par Dirac dès 1931, et reprise
depuis 1969 et 1972.

L'idée du TEMPS TRIVECTEUR ne
peut être indifférente dans cette question,
à cause de la symétrie qu'elle comporte
entre espace et temps, qui ajoute à l'idée
de symétrie entre charges électriques et
charges magnétiques.

Le titre de cet article, paru dans
Lettere al Nuovo Cimento en 1978, est:
("Analyse des Monopôles Tachyoniques
dans l'Espace R6").

Approach to Tachyon Monopoles in R^6 Space.

V. Vršín

Farmakon N. P., Na Vlčinci 3 - 77400 Olomouc - Czechoslovakia

• (ricevuto il 14 Novembre 1977)

The existence of tachyon magnetic monopoles has been proposed recently by various authors ⁽¹⁻³⁾. Very important results have been obtained in a series of papers by RECAMI and MIGNANI ⁽⁴⁻⁸⁾. These authors have studied tachyon magnetic monopoles with the aid of extended Lorentz transformations (see e.g. ⁽⁵⁾ and references therein). They have found that the mere special theory of relativity (STR) does not explicitly predict existence of subluminal (bradyon) monopoles, but on the other hand predicts the existence of superluminal (tachyon) monopoles with an elementary magnetic charge $|g| = |e|$.

Our approach is suggested by Dirac notice at the end of his pioneering work on magnetic monopoles ⁽⁹⁾. Dirac has concluded that from theoretical «mutuality» between electricity and magnetism should follow the relations

$$(1) \quad \vec{E} = \text{rot } \vec{B} \quad \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} + \nabla B_0.$$

Here $\vec{B}$ is vector part and B_0 scalar part of a four-vector B which is an analog of field four-vector A with components $\vec{A}$ and A_0 . We shall try to show that very similar relations can be obtained by introducing of superluminal transformations SLT's and by the new formalism introduced by DEMERS ⁽¹⁰⁾.

In Demers formalism space and time play a symmetrical role and this goal is achieved by assuming that time is a vector in T^3 Euclidean space, where ict_x, ict_y, ict_z are components of vector $\vec{T} = ict\vec{1}$. The vectors in T^3 have imaginary components. By Cartesian product $T^3 \times R^3$ one gets a new space R^6 . DEMERS has established a correspondence between R^6 and $R^4 = T^1 \times R^3$ Minkowski space by assuming that only the mo-

⁽¹⁾ L. PARKER: *Phys. Rev.*, **188**, 2287 (1969).

⁽²⁾ D. E. BARTHELET and M. D. LAHANA: *Phys. Rev. D*, **6**, 1817 (1972).

⁽³⁾ D. WEINGARTEN: *Ann. of Phys.*, **76**, 510 (1972).

⁽⁴⁾ R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 367 (1973).

⁽⁵⁾ E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209 (1974).

⁽⁶⁾ R. MIGNANI and E. RECAMI: *Nuovo Cimento*, **30 A**, 533 (1975).

⁽⁷⁾ E. RECAMI and R. MIGNANI: *Phys. Lett.*, **62 B**, 41 (1976).

⁽⁸⁾ R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976).

⁽⁹⁾ P. A. M. DIRAC: *Proc. Roy. Soc.*, **133 A**, 60 (1931).

⁽¹⁰⁾ P. DEMERS: *Can. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975).

Dans cette contribution de Cole, on trouve une analyse de l'effet que produisent diverses hypothèses sur les relations entre les diverses composantes du TEMPS TRIVECTEUR, sur les transformations transformations superluminales.

Le texte, paru dans Il Nuovo Cimento en 1978, s'intitule: ("Transformations subluminales et superluminales dans la Relativité restreinte à six Dimensions").

14-1978



Subluminal and Superluminal Transformations in Six-Dimensional Special Relativity.

E. A. B. COLE

School of Mathematics, University of Leeds - Leeds LS2 9JT

(ricevuto il 3 Ottobre 1977)

Summary. — A real six-dimensional space-time (three space and three time dimensions) scheme is used to discuss both subluminal and superluminal transformations between the inertial frames of observers. Properties of the linear transformations are derived by using the relative matrix velocities between frames. A link with the usual four-dimensional subluminal scheme is obtained by averaging over all possible orientations of the three time axes of each observer. An insight into the effect of working with three time co-ordinates is gained by considering an example which is the subluminal six-dimensional equivalent of the four-dimensional case of two frames which are in standard configuration.

1. — Introduction.

The subject of superluminal transformations involving special relativity has been extensively studied in recent years in many publications (ref. ⁽¹⁻⁹⁾)

- (¹) V. DE SABBATA, M. PAVŠIČ and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **19**, 441 (1977).
- (²) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209 (1974).
- (³) H. C. CORBEN: *Nuovo Cimento*, **29 A**, 415 (1975); *Inter. Journ. Theor. Phys.*, **15**, 703 (1976).
- (⁴) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976).
- (⁵) P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975).
- (⁶) P. T. PAPPAS: *Inter. Journ. Theor. Phys.*, to be published (1977); G. ZHINO: to be published (1977).
- (⁷) M. PAVŠIČ and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **19**, 273 (1977).
- (⁸) E. A. B. COLE: *Nuovo Cimento*, **40 A**, 171 (1977).
- (⁹) P. T. LANDSBERG: *Studium Generale*, **23**, 1108 (1970).

Voici un texte sur l'électromagnétisme de G. Dattoli et R. Mignani, examinant les conséquences de l'adoption de l'idée du TEMPS TRIVECTEUR.

Si l'on adopte cette idée, il est difficile d'échapper à cette autre idée, que le potentiel électrique lui aussi, doit être envisagé comme un trivecteur, dont seule la résultante est observable. Cela s'applique aux bradyons.

Dattoli et Mignani examinent ici ce qui se passe pour d'hypothétiques tachyons: le potentiel électrique se manifesterait avec ses 3 composantes. Par la même occasion, le potentiel vecteur A, tridimensionnel pour les bradyons dans la théorie électromagnétique classique, ne se manifesterait que par une variable unique.

Ces auteurs interprètent ces résultats comme signifiant que des tachyons électriquement chargés et de vitesse infinie, nous apparaîtraient comme des monopôles magnétiques purs.

A ce sujet, Pierre Demers proposerait plutôt que, par un raisonnement parallèle à celui qui démontre que les tachyons ne peuvent nous apparaître que comme des bradyons, la charge magnétique des tachyons du paragraphe précédent devrait nous apparaître comme une charge électrique au repos. Vide supra.

Cet article, paru en 1978, s'intitule: ("Formulation de l'Electromagnétisme dans l'Espace-Temps hexa-dimensionnel").

Formulation of Electromagnetism in a Six Dimensional Space-Time.

G. DATTOLI

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Frascati () - Frascati*

R. MIGNANI

*Istituto di Fisica dell'Università - L'Aquila**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Roma*

(ricevuto il 13 Gennaio 1978)

It has been recently suggested by RECAMI and one of the present authors (R.M.) ⁽¹⁾ that the introduction of two extra time co-ordinates can help to interpret the imaginary quantities entering superluminal Lorentz transformations (SLT) ⁽²⁾. In such framework, time is assumed to be a vector in an Euclidean 3-dimensional space T^3 , so that an event P is represented in the Euclidean six-dimensional space $M^6 = R^3 \times iT^3$ ^(1,3,4,5):

$$(1) \quad P \equiv (x, y, z, it_x, it_y, it_z)$$

or, alternatively, as a vector in a complex 3-dimensional space C^3 ^(1,3,4):

$$(2) \quad P \equiv (x + it_x, y + it_y, z + it_z).$$

The length of P is given by the quadratic form ^(1,3,4):

$$(3) \quad P^2 = x^2 + y^2 + z^2 - (t_x^2 + t_y^2 + t_z^2).$$

As to interpreting physically the extra co-ordinates, one assumes that, for bradyons, only the modulus of the time vector is observable ⁽³⁾, whereas, for tachyons, the components of the position vector are assumed having no meaning individually ⁽¹⁾.

(*) Address after December 31, 1977: CNEN, Divisione Nuove Attività, Centro di Frascati.

(1) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976).

(2) See, E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209 (1974), and references therein.

(3) P. DEMERS: *Can. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975).

(4) See also N. KALITZIN: *Multitemporal Theory of Relativity*, edited by R. G. ZAIKOV and D. G. FAKIROV (Sofia, 1975).

(5) Natural units $c = \hbar = 1$ are used throughout.

Voici un texte dans lequel F. Gonzalez-Gascon examine la structure de l'espace-temps. Il propose la nécessité d'apporter des changements profonds à notre idée de cette structure, par exemple en tenant compte de l'idée du TEMPS TRIVECTEUR.

Cet article, paru dans Il Nuovo Cimento en 1978, s'intitule: ("Résultats négatifs concernant la Possibilité de plusieurs Vitesses singulières en Relativité restreinte").

consider the results contained in this paper, it is our opinion that the following alternatives should be considered in the future:

1) Abandonment of the group property (at least for $v > c$) as the correct embodiment of the principle of relativity.

2) Our present conception of the space-time structure is to be deeply changed. Some interesting developments, as the introduction of extra time co-ordinates ⁽¹³⁾, could be of relevance here. In fact, one is tempted to suggest the introduction of a time co-ordinate t_i associated with each c_i .

IL NUOVO CIMENTO

VOL. 44 B, N. 2 397

11 Aprile 1978

Negative Results Concerning More than One Singular Speed in Special Relativity.

F. GONZÁLEZ-GASCÓN

*Instituto de Estructura de la Materia (GIFT)**Departamento de Física Teórica Universidad Complutense (*) - Madrid, Spain*

(ricevuto il 12 Ottobre 1977; manoscritto revisionato ricevuto il 4 Gennaio 1978)

Summary. — It is shown that the group hypothesis is not compatible with the existence of transformations containing more than one singularity. The relevance of the first parameter group is stressed.

$$\tilde{x} = F(x, \dot{x})(1 - \dot{x}^2)^{\frac{1}{2}},$$

⁽¹³⁾ E. COLE: *Nuovo Cimento*, **40 A**, 171 (1977). See as well P. DEMERS: *Can. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975); R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976).

⁽¹⁴⁾ M. ALEXANIAN: *Lett. Nuovo Cimento*, **1**, 75 (1969).

⁽¹⁵⁾ D. W. SCIAMA: *The motion of the earth through the universe*, ICTP 74/10 preprint (Trieste, 1974). Lecture delivered at the Accademia dei Lincei to celebrate the Copernicus Anniversary. See as well J. D. EDMONDS jr.: *Lett. Nuovo Cimento*, **15**, 517 (1976);

B. RUSSELL: *Early defense of Newton's absolute space*, in *The Concepts of Space and Time Their Structure and Their Development* (Dordrecht, 1976); G. SMOOT, M. GOVEN-TEIN and R. MULLER: *Phys. Rev. Lett.*, **39**, 898 (1977); C. N. GORDON: *Found. Phys.*, **5**, 173 (1975).

⁽¹⁶⁾ S. LIE: *Theorie der Transformationsgruppen* (New York, N. Y., 1970), p. 113.

Voici la lère contribution de Cole au thème du TEMPS TRIVECTEUR. Il s'efforce de trouver des formules adéquates pour les transformations superluminales.

Puisqu'il y a 2 variables excédentaires par rapport aux observations (le TEMPS TRIVECTEUR se ramène à une seule variable que l'on peut expérimenter), plusieurs manières de faire et d'interpréter les calculs, se présentent.

Selon la manière de réaliser les calculs, on peut affecter les coordonnées du TEMPS TRIVECTEUR du coefficient imaginaire, ou non.

Le couplage des coordonnées excédentaires, dont Cole établit la nécessité, dans le cas des transformations supraluminales, peut s'interpréter de façon à appuyer l'idée, mise de l'avant par Pierre Demers (vide supra), que les supposés tachyons ne se manifestent jamais que sous l'aspect de bradyons.

Le titre de cet article, paru dans Il Nuovo Cimento en 1977, est:
("Transformations superluminales recourant soit à l'Espace-Temps complexe, soit à l'Espace-Temps l'Espace-Temps réel et symétrique")

On reconnaîtra que Cole a été fort actif dans le domaine du TEMPS TRIVECTEUR, puisqu'il a fait paraître déjà 3 articles sur ce thème: 1977, 1978, 1980, en plus d'un texte, dont il a annoncé, en 1980, la préparation, sur les effets gravitationnels en relativité hexa-dimensionnelle.

Superluminal Transformations Using Either Complex Space-Time or Real Space-Time Symmetry.

E. A. B. COLE

School of Mathematics, University of Leeds - Leeds LS2 9JT

(ricevuto il 18 Marzo 1977)

Summary. In order to adequately discuss the transformations between the space-time co-ordinates of two inertial frames moving superluminally relative to each other, it is necessary to use either four complex space-time co-ordinates or six real space-time co-ordinates—three of space and three of time. A major difficulty then arises in the physical understanding of the extra parameters. In these two cases, considered separately, specific transformations are found for both the superluminal and the subluminal cases. It is found that in the subluminal cases the extra co-ordinates are completely uncoupled from the original ones, while in the superluminal cases there is a necessary coupling.

1. - Introduction.

The search for a suitable transformation between the inertial space-time frames of two observers moving superluminally relative to each other has raised many problems in our understanding of the exact nature of the space-time that each observer uses. It has been shown ⁽¹⁾ that, if real superluminal transformations are taken and one assumes complete symmetry between the subluminal and the superluminal world, then these transformations suffer from the defects that either the light speed is not invariant or the relative velocity between frames does not have a physical meaning.

⁽¹⁾ S. PAHOR and J. STRAND: *Nuovo Cimento*, **33 B**, 821 (1976).

REPORTS OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
ON THE PROGRESS OF MEDICAL SCIENCE

At the annual meeting of the American Medical Association, held at the Hotel Hamilton, Chicago, Ill., June 1-5, 1910, the following resolutions were adopted:

Resolved, That the American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

Resolved, That the American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

Resolved, That the American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

The American Medical Association, in its annual report, should include a statement of the progress of medical science during the year.

A way of producing the result

$$(1.1) \quad x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 t'^2 = -(x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2)$$

for superluminal transformations is to allow some of the co-ordinates to be imaginary (^{2,4}). For example, for a restricted Lorentz transformation between two frames S and S' , moving superluminally with speed v in the direction of their x and x' axes, one has (²)

$$x' = \pm \gamma(v)(x - vt),$$

$$t' = \pm \gamma(v)(t - vx/c^2),$$

$$y' = \pm iy,$$

$$z' = \pm iz,$$

where $\gamma(v) = (v^2/c^2 - 1)^{-1/2}$. The transformation for y and y' (and similarly for z and z') is interpreted by saying that if, for example, y is real so that y' is imaginary, a measurement of the y' -co-ordinate in S' will produce a real result. As RECAMI and MIGNANI (²) have pointed out, some i 's have to enter the relations between the two sets (x, y, z, t) and (x', y', z', t') of observations, and are correct in their discussion (³) of comments by YACCARINI (⁵) when they describe this point as delicate. In sect. 2 of this paper we look at the possibility of taking generally complex space-time co-ordinates rather than purely real or imaginary ones. Transformations are obtained in which the real and imaginary parts of the co-ordinates are completely uncoupled in the subluminal case, but for the superluminal case they are necessarily coupled to produce the required negative sign in (1.1). One drawback of this method is that now we need eight real parameters for the space-time specification of events, and there is no immediate physical interpretation of the extra four co-ordinates.

Another interesting development in the study of superluminal transformations is the introduction of two extra time co-ordinates to give a total of six real co-ordinates x, y, z, t_1, t_2 and t_3 (^{6,7}), leading to the result

$$(1.2) \quad x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2(t_1'^2 + t_2'^2 + t_3'^2) = \pm [x^2 + y^2 + z^2 - c^2(t_1^2 + t_2^2 + t_3^2)],$$

(²) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209 (1974).

(³) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 357 (1974).

(⁴) H. C. CORBEN: *Nuovo Cimento*, **29 A**, 415 (1975).

(⁵) A. YACCARINI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 354 (1974).

(⁶) P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975).

(⁷) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **16**, 449 (1976).

Voici, semble-t'il, la lère contribution fondée sur l'idée du TEMPS TRIVECTEUR proposée par Pierre Demers. Elle est de R. Mignani et E. Recami, et cherche à résoudre le problème de trouver une formule adéquate pour les transformations supraluminales.

L'introduction du TEMPS TRIVECTEUR ouvre une nouvelle voie. Ces auteurs remarquent que les transformations conduisent à une sorte d'échange entre espace et temps.

Ils remarquent aussi l'importance que peut avoir, pour la théorie des "couleurs" des quarks, l'idée d'un TEMPS TRIVECTEUR, que Pierre Demers a présentée comme associée à la théorie trichromatique.

Ils signalent que les raisonnements de symétrie suggèrent que des tachyons chargés de vitesse infinie, nous apparaîtraient comme des monopôles magnétiques, charges magnétiques d'un signe.

A ce sujet, Pierre Demers proposerait plutôt que cette charge nous apparaîtrait aussi comme une charge électrique, de vitesse nulle.

Cet article, paru en 1976 dans Lettere al Nuovo Cimento, s'intitule: ("Symétrie entre la Longueur et la Durée dans l'Espace tridimensionnel complexe; Interprétation des Transformations de Lorentz supraluminales").

Duration Length Symmetry in Complex Three-Space and Interpreting Superluminal Lorentz Transformations.

R. MIGNANI

Istituto di Fisica dell'Università - Catania, Italia
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Roma

E. RECAMI

Istituto di Fisica Teorica dell'Università - Catania, Italia
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Catania
Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia - Catania

(ricevuto il 7 Giugno 1976)

It is well-known that extension of special relativity (SR) to Superluminal frames and faster-than-light objects is *straightforward*^(1,2) in the two-dimensional case. In particular, all causal paradoxes can be easily solved, on the basis of the «third postulate»^(3,3) of SR.

The law of (retarded) causality always holds, even for tachyons, also in the four-dimensional case^(2,3). However, in the «extended relativity»⁽²⁾ in four dimensions, a problem has been left open: that one of rigorously, *formally* interpreting⁽⁴⁾ the imaginary quantities entering⁽²⁾ the (four-dimensional) «generalized Lorentz transformations» (GLT).

A first interpretation of them has been given in ref. (1) and a physical interpretation has been forwarded also by CORDES⁽⁵⁾.

Of course, the GLT's can well be considered merely as an analytical extension of usual Lorentz transformations (LT): such a limited program would not be poor, since —by means of that analytical continuation⁽²⁾— it is possible to reach many new, sensible results⁽²⁾, which admit a clear physical interpretation. Moreover, «extended

(1) L. PARKER: *Phys. Rev.*, **188**, 2287 (1969).

(2) E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209, 398 (1974), and references therein.

(3) E. RECAMI: in *Enciclopedia EST Mondadori, Anno VIII 1973* (Milano, 1973), p. 85; R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **11**, 421 (1974); *Nuovo Cimento*, **24 A**, 438 (1974); *Int. Journ. Theor. Phys.*, **12**, 299 (1975); E. RECAMI: *Scientia*, **109**, 731 (1975); and to appear; P. CALDIROLA and E. RECAMI: *Proceedings of the 1976 Conference on the Concept of Time*, S. Margherita Ligure (to appear).

(4) R. MIGNANI and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 357 (1974). See also, A. AGOSTI: private communication.

(5) H. C. CORDES: *Lett. Nuovo Cimento*, **11**, 533 (1974).

relativity helps^(7,8) understanding more deeply even the usual physics for bradyons ($v^2 < c^2$ particles).

But the most promising program is to take seriously — as done in ref. (5,15) — the appearance of imaginary quantities (which actually appeared in the pseudo-Euclidean space-time, associated with time, since the beginning of relativity); and trying to fully understand it. Incidentally, as a frame exists for any free-bradyon where it appears as a spacepoint « extended in time », so let us remember⁽²⁾ that a frame exists for any free-tachyon where it appears as a « timepoint » extended in space (*along a straight line*)⁽⁴⁾. We shall come back to this point in the following.

Possibly, a formally complete understanding of these problems may require a thorough introduction of nonreal numbers in the foundations of relativity⁽⁶⁾, as suggested by many authors⁽⁵⁾. Interesting results seem to be obtainable by the complexification of spacetime, through an *ab-initio* introduction either of complex numbers^(2,16,8), or of quaternions^(2,9) and twistors^(2,6,10), or of octonions⁽¹¹⁾. For instance, in ref. (8,12) physical justifications for the need of complex space-times has been forwarded.

In this framework, it is interesting the formalism introduced in a recent paper⁽¹³⁾, where space-length and time-interval play a symmetrical role; and where this goal is achieved by assuming that time t is a vector in an (Euclidean) three-dimensional space T^3 , with components t_x, t_y, t_z , and that only its modulus t^2 results to be a physical observable⁽¹³⁾. Namely, a correspondence has been established by DEMERS⁽¹³⁾ between the Cartesian product $R^3 \times (T^3)$, — where T^3 denotes⁽¹³⁾ the space of the (imaginary) vectors it , — and the four-dimensional Minkowski spacetime⁽¹³⁾.

In this note, we want to discuss the consequences of introducing such a formalism into *extended relativity*⁽¹³⁾, i.e. of expressing by it the Superluminal Lorentz transformations (SLT).

According to ref. (13), let us assume that an event P is represented by a vector of the Euclidean six-dimensional space $M^6 = R^3 \times T^3$. Space M^6 is obviously a generalization of the usual Minkowski space, which can be considered as the (Euclidean) Cartesian product $R^3 \times T^3$. Explicitly, by using natural units ($c = 1$), we shall write: $P \equiv (x, y, z, it_x, it_y, it_z)$. Moreover, let us assume⁽¹³⁾ that only the spatial components of P are individually observable, whereas *only* the modulus $t = (t_x^2 + t_y^2 + t_z^2)^{1/2}$ of t has a direct physical meaning⁽¹³⁾. Event P can alternatively be thought as a vector in a complex three-dimensional^(6,15) space C^3 , so that: $P = (x + it_x, y + it_y, z + it_z)$.

(*) E. J. FLAHERTY: *Hermitian and Kählerian Geometry in Relativity* (Berlin, 1976); R. O. HANSEN and E. T. NEWMAN: *Gen. Rel. Grav.*, **6**, 361 (1975).

(2) G. RAMACHANDRAN, S. G. TAGARE and A. S. KOLASKAR: *Lett. Nuovo Cimento*, **4**, 110 (1972); E. RECAMI and R. MIGNANI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 357 (1974); *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209, 398 (1974), and references therein; A. YACCARINI: *Lett. Nuovo Cimento*, **9**, 351 (1974); H. C. CORBEN: *Lett. Nuovo Cimento*, **11**, 533 (1974); J. D. EDMONDS jr.: *Int. Journ. Theor. Phys.*, **7**, 475 (1973), and references therein.

(3) A. J. KALNAY *et al.*: *Rel. I.M.A.F. (Cardoba)*, **2**, 41 (1966); *Nuovo Cimento*, **49**, 393 (1967); V. S. OLKHOVSKY and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **4**, 1165 (1970). See also ref. (13).

(4) J. D. EDMONDS jr.: *Lett. Nuovo Cimento*, **5**, 572 (1972); R. MIGNANI: *Lett. Nuovo Cimento*, **13**, 131 (1975); D. WEINGARTEN: *Ann. of Phys.*, **76**, 510 (1973).

(5) R. PENROSE and M. A. H. MACCALLUM: *Phys. Rep.*, **6 C**, 215 (1973).

(6) M. GÜNADYAN and F. GÜRSKY: *Lett. Nuovo Cimento*, **6**, 401 (1973); *Phys. Rev. D*, **9**, 3387 (1974); R. CASALIHOGLU, G. DOMOKOS and S. KOVÁCS-DOMOKOS: *Nuovo Cimento*, **31 A**, 423 (1976); CERN, preprint TH. 2150 (1976).

(7) N. ROSEN: *Ann. of Phys.*, **19**, 165 (1962); D. HESTENES: *Journ. Math. Phys.*, **16**, 556 (1975); M. BALDO and E. RECAMI: *Lett. Nuovo Cimento*, **2**, 643 (1969); E. RECAMI: *Rend. Acc. Lincei*, **49**, 77 (1970).

(8) P. DEMERS: *Canad. Journ. Phys.*, **53**, 1687 (1975).

(9) For a review, see E. RECAMI and R. MIGNANI: *Riv. Nuovo Cimento*, **4**, 209, 398 (1974), and references therein.

(10) See, e.g., I. LUKAC and L. TOTI: *Sov. Journ. Nucl. Phys.*, **17**, 696 (1973).

(ξ, η, ζ) . Both in M^6 and in C^3 , a quadratic form P^2 can be defined ⁽¹³⁾ as:

$$(1) \quad P^2 = ((x, y, z, it_x, it_y, it_z))_{M^6}^2 = ((\xi, \eta, \zeta))^2 = x^2 + y^2 + z^2 - t_x^2 - t_y^2 - t_z^2 = r^2 - t^2,$$

where our «quadratic form», eq. (1), coincides with the «simple-square» (*carré simple*) of ref. ⁽¹³⁾.

Clearly, such a definition P^2 is nothing but the four-dimensional length of a four-vector (x, y, z, t) in the Minkowski space M , endowed with the metric $(+ + + -)$.

Now, if we consider usual LT's, they are known *not* to change the sign of any interval in M ; i.e. they *do not* change the (timelike or spacelike) four-vector type. In the present formalism, LT's are orthogonal rotations of the Euclidean six-dimensional space M^6 , obviously, they do not interchange the role of spatial, r , and temporal, t , vectors.

On the contrary, an SLT is well-known to have the property of changing the M -interval signs, i.e. of transforming spacelike vectors into timelike vectors ⁽²⁾, and *vice-versa*. In particular, a transcendent Superluminal-boost along the x -direction (i.e. an SLT corresponding to an infinite value, $r \rightarrow \pm \infty$, along x , of the speed parameter) when acting on a four-vector $x = (x, y, z, t)$ will yield ⁽⁵⁾:

$$(2) \quad x' = \pm t; \quad -y' = iy; \quad -z' = iz; \quad t' = \pm x,$$

where the upper (lower) sign corresponds to $r \rightarrow +\infty$ ($r \rightarrow -\infty$). So that one will have

$$(3) \quad |x'|^2 = x^2 + y^2 + z^2 - t^2 = -x'^2 - y'^2 - z'^2 + t'^2 = -|x|^2.$$

Equation (3) is known to be characteristic of any ⁽²⁾ SLT.

By the new formalism, in M^6 any SLT effects transition from a generic six-vector $P = (x, y, z, it_x, it_y, it_z)$ to the corresponding six-vector $P' = (t'_x, t'_y, t'_z, ix', iy', iz')$, where the primed components are those we would have got by the *dual*, subluminal transformation ⁽²⁾ of the SLT considered. In the complex-space C^3 language, this corresponds in the case of a transcendent SLT to a transition from $P = (x + it_x, y + it_y, z + it_z)$ to $P' = (t_x + ix, t_y + iy, t_z + iz)$. It is clear that, within this formalism, a full «symmetry» between length and duration is realized only by considering SLT's, besides the usual LT's.

A consequence of eq. (3) is the following. While the usual LT's preserve the real or imaginary character of the six-vector components, on the contrary the SLT's change real quantities into imaginary ones, and *vice-versa* ⁽²⁾. Therefore, when passing from bradyons to tachyons, all the component of *time*-vector will be measurable, whereas the *position*-vector components lose their individual physical meaning. In other words, for a tachyon only the quantity $|r|^2 = x^2 + y^2 + z^2$ should be observable.

Such considerations may have an important role in the correct interpretation of the classical theory of tachyons ⁽²⁾, and will be exploited elsewhere.

Moreover, similar considerations in the four-momentum space can be carried on.

Lastly, let us mention that transformations in C^3 -space are related to the group SU_3 of (unitary) intrinsic symmetries of elementary particles, and then to quarks appearance inside hadrons. It is not without meaning that the present formalism has been used to express the law of «trichromatism».

Let us finally observe that, as space-time can be described by complex three-vectors ⁽¹⁵⁾, so the electromagnetic field will be analogously described by ^(2,16) the complex

(15) See, e.g., R. MIGNANI, E. RECAMI and M. BALDO: *Lett. Nuovo Cimento*, **11**, 568 (1974).

Chapitre III

Textes et documents ayant un
intérêt pour le thème de ce recueil sur
le TEMPS VECTEUR

T
T
T

Voici des textes où il est question de tachyons, avant que les travaux de Pierre Demers sur le TEMPS TRIVECTEUR, ne soient publiés.

E. Recami et R. Mignani en 1974:
("Théorie classique des Tachyons")

Adel F. Antippa en 1975:
("Les Transformations superluminales générales à 3 Dimensions (d'Espace), et Cinématique des Tachyons").
L'auteur a montré que les transformations sont possibles avec x et t , mais qu'il est impossible de trouver une solution pour les composantes d'espace y et z .

Adel F. Antippa en 1972:
("Une Théorie causale des Tachyons à 1 Dimension (d'Espace)").
L'auteur montre que l'espace et le temps sont échangés (x devient t , t devient x).

("L'Etude du Temps"), compte-rendu d'un Colloque sur le Temps, paru en 1972. Naturellement, il ne pouvait y être question du TEMPS TRIVECTEUR.

Il faudrait ajouter:
("Tachyons, Monopôles et Sujets connexes").
Compte-rendu d'un Colloque convoqué à Erice par R. Mignani en 1976. Paru en 1977 chez North-Holland. Il n'y est pas question du TEMPS TRIVECTEUR.

Aussi un texte sur les instantons, qui utilise un temps unidimensionnel, mais imaginaire, de D. Olive, en 1980:
("Instantons en Théorie des Champs").

Classical Theory of Tachyons (Special Relativity Extended to Superluminal Frames and Objects).

E. RECAMI

Istituto di Fisica Teorica dell'Università - Catania

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Catania

Centro Siciliano di Fisica Nucleare e di Struttura della Materia - Catania

R. MIGNANI

Istituto di Fisica dell'Università - Roma

(ricevuto il 2 Ottobre 1973)

210	1. Foreword.
211	2. Historical remarks.
212	3. Special relativity revisited: logical introduction to Superluminal reference frames.
212	3'1. Postulates.
213	3'2. Duality principle.
214	3'3. Four-vector properties.
215	3'4. Superluminal inertial frames.
215	3'5. Generalized relativistic transformations.
217	3'6. Four-momentum.
218	3'7. Conservation laws.
218	4. Group G of generalized Lorentz transformations (GLT).
218	4'1. The group elements.
219	4'2. Tensors.
220	4'3. Transcendent transformations.
222	4'4. GLT's matricial form.
223	4'5. Physical meaning of the four subsets of G .
227	4'6. Parametrization of the elements of G .
229	5. Generalized velocity composition law.
231	6. Geometrical interpretation of GLT's. Comparison of space and time intervals.
235	7. Antimatter and tachyons. A «third postulate»: the Dirac-Stückelberg-Feynman-Sudarshan «reinterpretation principle» (RIP).
235	7'1. Bradyons, luxons, tachyons.
236	7'2. Four-momentum space.
238	7'3. The «reinterpretation principle»: the third postulate.

241	7'4. Antimatter and matter.
242	8. $\hat{C}\hat{P}\hat{T}$ and « RIP ».
242	8'1. Case of bradyons.
244	8'2. Case of tachyons.
245	8'3. Case of luxons.
245	8'4. About $\hat{P}$, $\hat{T}$ and $\hat{C}\hat{P}\hat{T}$ nonconservation.
247	8'5. Again about GLT's plus RIP.
248	9. The « tachyonization rule ».
248	10. Description of Nature, physical laws and GLT's.
248	10'1. Interactions and objects.
249	10'2. Description and laws.
251	10'3. An example.
252	11. Crossing relations, $\hat{C}\hat{T}$, $\hat{C}\hat{P}\hat{T}$ and all that.
252	11'1. G -invariant amplitudes in special relativity.
254	11'2. Effects of GLT's on reaction process descriptions.
255	11'3. Case of interactions among tachyons (with $ V_z > c$).
256	11'4. Case of interactions among bradyons.
257	12. Causality and tachyons.
260	13. Digression.
262	14. Tachyon mechanics.
262	14'1. Rest mass and proper quantities.
263	14'2. Generalized relativistic Newton's law.
264	14'3. An application.
265	14'4. « Virtual particles » and tachyons.
266	15. Tachyons in the gravitational field.
266	15'1. Introduction.
266	15'2. Tachyons and gravitational field in special relativity.
268	15'3. On the so-called « gravitational Čerenkov radiation » and tachyons.
270	16. About electromagnetic Čerenkov radiation (ECR) from tachyons.
270	16'1. Tachyons do not emit ECR in vacuum.
271	16'2. The general problem.
272	17. Doppler effect for Superluminal astrophysical sources.
275	18. Generalization of Maxwell equations.
276	18'1. Autodual electromagnetic tensor.
277	18'2. Magnetic monopoles and tachyons.
281	19. Note on tachyon quantum field theory.
282	20. Miscellaneous remarks.
283	21. Brief discussion of the experiments.
284	22. Conclusions.

1. - Foreword.

Published material concerning faster-than-light objects (tachyons) is rather wide-spread and already conspicuous, as well as contradictory, so that a review article seems in order. In so doing, we shall confine ourselves to the classical theory of Superluminal objects, where classical means « relativistic » but not « quantum mechanical ».

A One-Dimensional Causal Theory of Tachyons (*) (**).

A. F. ANTIPPA

Department of Physics, Université du Québec - Trois-Rivières, Qué.

(ricevuto l'8 Gennaio 1972; manoscritto revisionato ricevuto il 16 Marzo 1972)

Summary. — A one-dimensional theory of tachyons, which is noninvariant under space inversion and is based on extending the Lorentz transformations to inertial co-ordinate systems having relative velocities greater than that of light, is given. It is shown that the theory is fully causal and exhibits a reciprocity between tachyons and bradyons according to which a tachyon with velocity $\beta > 1$ behaves as a bradyon with velocity $1/\beta < 1$ and with the space and time components of its «two-vectors» interchanged.

1. — Introduction.

It has already been shown ⁽¹⁾ that, in a strictly one-dimensional space, the Tolman paradox can be resolved. Guided by the general results of ⁽¹⁾, we construct an explicit one-dimensional causal theory of tachyons which is non-invariant under space inversion and is based on extending the Lorentz transformation equations to inertial co-ordinate systems having a relative velocity greater than that of light.

The extended transformation equations on which this theory is based have been given independently by MARIWALLA ⁽²⁾, PARKER ⁽³⁾ and the author ⁽⁴⁾.

General three-dimensional superluminal transformations and tachyon kinematics*†

Adel F. Antippa

Département de Physique, Université du Québec, Trois-Rivières, Québec, Canada

(Received 29 October 1973; revised manuscript received 30 October 1974)

The existence of a preferred axis in space, called the tachyon corridor, has recently been proposed in order to generalize the one-dimensional causal theory of tachyons to three dimensions. We use this theory to derive the general transformation equations between inertial frames with superluminal relative velocities in a three-dimensional space. The kinematics of tachyons, as well as luxons emitted from them, are then worked out and several characteristics of the tachyon corridor follow from them. They provide the means for determining the direction of the tachyon corridor.

T
T
T

The Study of Time

*Proceedings of the First Conference of the
International Society for the Study of Time
Oberwolfach (Black Forest) — West Germany*

Edited by

J. T. Fraser, F. C. Haber, G. H. Müller

With 65 Figures

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1972

Contents*

Presidential Address:

- Reflections on the History of the Concept of Time. G. J. WHITROW.
[Stud. Gen. 23 (1970) 498-508] 1

I. Time and the Physical Sciences

- The Time Coordinate in Einstein's Restricted Theory of Relativity.
J. D. NORTH. [Stud. Gen. 23 (1970) 203-223] 12
- General Relativity and Time in the Solar System. G. C. McVITTIE.
[Stud. Gen. 23 (1970) 197-202] 33
- Zeit als physikalischer Begriff. F. HUND. [Stud. Gen. 23 (1970) 1088-1101] 39
- Time in Particle Physics. J. G. TAYLOR. [Stud. Gen. 23 (1970) 1102-1107] 53
- Time in Statistical Physics and Special Relativity. P. T. LANDSBERG.
[Stud. Gen. 23 (1970) 1108-1158] 59
- The Myth of the Passage of Time. D. PARK. [Stud. Gen. 24 (1971) 19-30] . 110
- Time Asymmetry, Time Reversal, and Irreversibility. M. BUNGE. [Stud. Gen.
23 (1970) 562-570] 122
- No Paradox in the Theory of Time Anisotropy. O. COSTA DE BEAUREGARD.
[Stud. Gen. 24 (1971) 10-18] 131
- Pierre Curie's Principle of One-Way Process. L. L. WHYTE. [Stud. Gen. 23
(1970) 525-532] 140
- In Defence of the Direction of Time. K. G. DENBIGH. [Stud. Gen. 23
(1970) 234-244] 148
- Creative Time. S. WATANABE. [Stud. Gen. 23 (1970) 1057-1087] . . . 159

II. Time in the Life Sciences

- Temporal Order as the Origin of Spatial Order in Embryos. B. C. GOODWIN.
[Stud. Gen. 23 (1970) 273-282] 190
- Time in the Evolutionary Process. J. MAYNARD SMITH. [Stud. Gen. 23
(1970) 266-272] 200
- The Measurement of Perceptual Durations. R. EFRON. [Stud. Gen. 23
(1970) 550-561] 207
- Oscillations as Possible Basis for Time Perception. E. PÖPPEL. [Stud. Gen.
24 (1971) 85-107] 219
- Processing of Temporal Information and the Cognitive Theory of Time
Experience. J. A. MICHON. [Stud. Gen. 23 (1970) 249-265] 242

* All papers previously published in "Studium Generale" as indicated under the titles.

VIII

Contents

The Psychophysical Structure of Temporal Information. P. MEREDITH. [Stud. Gen. 24 (1971) 70-84]	259
The Dimensions of the Sensible Present. H. A. C. DOBBS. [Stud. Gen. 24 (1971) 108-126]	274
Time, Time Stance, and Existence. B. S. AARONSON. [Stud. Gen. 24 (1971) 369-387]	293
Personality and the Psychology of Time. R. H. KNAPP. [Stud. Gen. 24 (1971) 44-51]	312
III. Time, Philosophy and the Logic of Time Concept	
The Notion of the Present. A. N. PRIOR. [Stud. Gen. 23 (1970) 245-248]	320
Instants and Intervals. C. L. HAMBLIN. [Stud. Gen. 24 (1971) 127-134]	324
The Fiction of Instants. M. ČAPEK. [Stud. Gen. 24 (1971) 31-43]	332
On the Reality of Becoming. E. CASSIRER. [Stud. Gen. 24 (1971) 1-9]	345
Whitehead and the Philosophy of Time. W. MAYS. [Stud. Gen. 23 (1970) 509-524]	354
IV. Time and Culture	
The Deification of Time. S. G. F. BRANDON. [Stud. Gen. 23 (1970) 485-497]	370
The Darwinian Revolution in the Concept of Time. F. C. HABER. [Stud. Gen. 24 (1971) 289-307]	383
Temporal Attitudes in Four Negro Subcultures. H. B. GREEN. [Stud. Gen. 23 (1970) 571-586]	402
On Hegel - A Study in Sorcery. E. VOEGELIN. [Stud. Gen. 24 (1971) 335-368]	418
Time and the Modern Self: Descartes, Rousseau, Beckett. G. SEBBA. [Stud. Gen. 24 (1971) 308-325]	452
Time and the Modern Self: A Change in Dramatic Form. T. UNGVÁRI. [Stud. Gen. 24 (1971) 326-334]	470
The Study of Time. J. T. FRASER	479
V. Special Session on Flight Dysrhythmia	
Introduction J. T. FRASER	503
The Psychological Effects of Rapid Shifts in Temporal Referents. S. J. BLATT and D. M. QUINLAN. [Stud. Gen. 23 (1970) 533-549]	506
Evaluation of Circadian Dyschronism during Transmeridian Flights. A. REINBERG. [Stud. Gen. 23 (1970) 1159-1168]	523
Some Factors in the Production of Dysrhythmia and Disorientation Associated with Rapid Latitudinal Transfer. W. GODDY. [Stud. Gen. 24 (1971) 52-65]	533
Discussion Notes on the Lecture by Dr. Gooddy. G. SCHALTENBRAND. [Stud. Gen. 24 (1971) 66-69]	547

D. OLIVE (*)

CERN - Geneva, Switzerland

D. Olive, S. Sciuto et R. J. Crewther
(Instantons en Théorie des Champs)

Rivista del Nuovo Cimento 2, No 8 (1979)

Introduction.

In the ordinary quantum mechanics of a particle the structure of the vacuum (when there is a discrete classical degeneracy) is very much affected by the classical zero-energy trajectories which can occur in the artificial situa-

(*) Present address: Physics Department, Imperial College, London SW7.

INSTANTONS IN FIELD THEORY

3

tion obtained by replacing t by it . Via the WKB or semi-classical approximation these trajectories provide a tunneling mechanism which breaks the classical degeneracy. There is a belief that similar things may happen in gauge theories and that the phenomenon will shed light on colour confinement [1, 2] and/or on the « η problem » concerning the divergence of the flavour and colour singlet axial vector current [3]. What is certainly true is that there is an extraordinarily rich and hitherto unsuspected structure in Euclidean gauge field theories which it is the aim of these lectures to introduce.

There are three sections. The first discusses the significance of the dual or anti-self-dual field configurations. The second deals with the properties of the Pontryagin charge or winding number. The third deals with the explicit construction of instanton solutions. Some features of instantons are related to corresponding properties of magnetic monopoles which were described in a previous lecture course [4]. Further details and developments were discussed in subsequent lectures by SCIUTO [5] and CREWTER [6].

1. - The possible relevance of self-dual «or anti-self-dual» field configurations in Euclidean gauge theories.

For a particle moving in one dimension under the influence of a potential V the equation of motion is precisely equivalent in content to the conservation of energy

$$(1.1) \quad \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + V(x) = E.$$

If $V(x) \geq 0$, the « vacua » occur when $\dot{x} = 0$ and x is such that $V(x) = 0$. If there are several such x minimizing $V(x)$ and related by a discrete symmetry of the theory (e.g. $V(x) = \beta(x^2 - 1)^2$), we have a degeneracy at the classical level which will disappear at the quantum level since the ground-state wave function must be symmetric if V is. The classical states $x = \pm 1$ are, therefore, split into symmetric and antisymmetric combinations in quantum mechanics with lower-lying symmetric combination. This splitting can be understood as due to a quantum-mechanical tunneling through the finite potential barrier separating the minima ($x = \pm 1$ in the example).

If now we replace $t \rightarrow it$, we get the « Euclidean » version of the previously considered « Minkowski » situation. (1.1) now reads

$$(1.2) \quad -\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + V(x) = E$$

and the $E = 0$ solutions are now quite different in structure, being integrals of

$$\pm \int \sqrt{\frac{m}{2V(x)}} dx = \int dt.$$

T T

AUTEURS

Adel F. Antippa	109
E. A. B. Cole	65, 91, 97
G. Dattoli	93
P. Demers	5, 21, 31, 39, 41, 49, 53, 55, 59
citations	65, 69, 71, 73, 75, 77, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 99, 102
J. T. Fraser	110
F. Gonzalez-Gascon	95
F. C. Haber	110
K. Imaeda	81
R. Mignani	93
G. H. Müller	110
D. Olive	113
P. T. Pappas	77, 79
Ceon Ramon	67
Elizabeth A. Rauscher	67
E. Recami	101, 107
G. Spinelli	71
J. Strnad	73, 75
V. Vysin	89
G. Ziino	85, 87

ADRESSES

Athènes, Université	77
Berkeley, U. de Calif., Labo. Lawrence	67
Catane, U., Inst. nat. Phys. nucl.	101
CERN	113
Cosenza, U. de Calabre	85, 87
Dublin, Inst. Hautes Etudes	81
Frascati, Inst. nat. Phys. nucl.	93
Leeds, U.	65, 91, 97
Londres, Imperial Coll.	113
U.	79
Ljubljana, U.	73, 75
Madrid, U. Complutense	95
Milan, U.	71
Montréal, U. et CQC	5, 21, 31, 39, 41, 49, 53, 55, 59
Oberwolfach	110
Olomouc, Tchécoslovaquie	89
Palerme, U.	85, 87
Rome, U. l'Aquila, Inst. nat. Phys. nucl.	93, 101
Seattle, Hôp. orthop. Enfants	67
Trois-Rivières, UQTRI	109

CHAPITRES

I	2
II	63
III	105

Achevé d'imprimer le lundi 31 mars 1980

L'auteur et l'éditeur remercient Mlle Louise Wolfe pour son concours

Deacidified using the Bookkeeper process.
Neutralizing agent: Magnesium Oxide
Treatment Date: March 2007

PreservationTechnologies

A WORLD LEADER IN PAPER PRESERVATION

111 Thomson Park Drive
Cranberry Township, PA 16066
(724) 779-2111

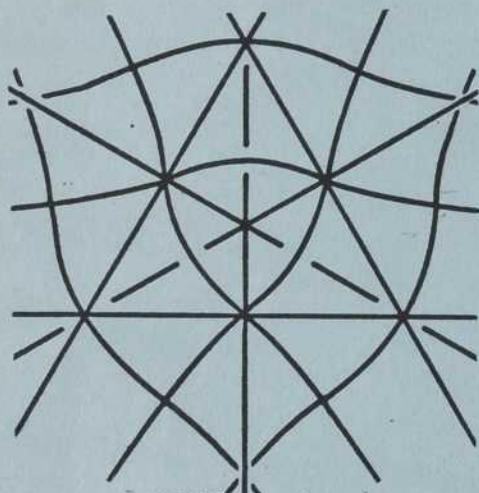
"Le temps est un vecteur, un peu à la manière de l'espace, qui a 3 dimensions, et il faut en tenir compte dans certains calculs de la physique".

Telle est l'idée originale que Pierre Demers a proposée en 1974, et qu'il a publiée en 1975, d'abord dans les Annales de l'ACFAS, puis dans le Journal canadien de Physique.

Cette idée a été adoptée par plusieurs auteurs étrangers, qui en ont développé divers aspects. Certains physiciens, paraît-il, contestent ou ignorent cette idée, mais ils n'ont pas publié leurs critiques.

TEMPS TRIVECTEUR rassemble pour la 1ère fois, les travaux disponibles sur le temps trivecteur, ceux de Pierre Demers et ceux des autres auteurs. Les résultats touchent la relativité restreinte, les tachyons, particules hypothétiques qui seraient plus rapides que la lumière, la constante de Planck, etc.

Le temps trivecteur apparaît comme un élément naturel du modèle G3, proposé par Pierre Demers en 1974 et développé par lui devant des auditoires et dans des périodiques du Québec et de l'étranger. Ce modèle présente une synthèse mathématique de certains aspects essentiels de la relativité et des particules élémentaires, d'une part, et des perceptions physiologiques, telles que couleur, musique etc, d'autre part.



BNQ



C 000 138 674

Pierre Demers, né le 8 novembre 1914, Professeur titulaire au Département de Physique de l'Université de Montréal, B.A., L.Sc.Math., L.Sc.Phys., M.Sc., D.Sc. (Paris), M.S.R.C., Agrégé de Physique (France), 1er Prix

Ce modèle G3 contient des éléments de la théorie des groupes et des symétries. Certains physiciens, paraît-il, contestent ou ignorent ce modèle, mais ils n'ont pas publié leurs critiques.

TEMPS TRIVECTEUR est distribué hors commerce, en premier lieu auprès du Département de Physique de l'Université de Montréal.

TEMPS TRIVECTEUR est, à son point de départ un objet dans un dossier litigieux. Il est destiné à faire connaître les contributions scientifiques de Pierre Demers à ceux qui en contestent ou en ignorent la réalité ou la valeur.

TEMPS TRIVECTEUR présente des textes en toute objectivité, afin de renseigner tous ceux qui veulent se mettre au courant de cette idée originale, qui a maintenant démontré sa fécondité:

"Le temps est un vecteur, un peu à la manière de l'espace, qui a 3 dimensions, et il faut en tenir compte dans certains calculs de la physique".

Nul ne peut se permettre d'ignorer le temps trivecteur. En lisant TEMPS TRIVECTEUR, vous serez renseigné.

du Concours littéraire et scientifique (1946), Médaille Léo Parizeau de l'ACFAS (1954), etc

tirage: 25 exemplaires

dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec
1er trimestre 1980

Aucun droit de reproduction n'est réservé, sauf sur les textes reproduits par permission

Presses universitaires de Montréal, 1200 Latour, Saint-Laurent, Québec, H4L 4S4, 747 2308

138674