

## Relativité de Lorentz-Ivanov et contraction des dimensions

Paul Meier, épistémologue indépendant  
[sys.theme@free.fr](mailto:sys.theme@free.fr)

**Résumé:** - Dans "*Rhythmodynamics*", Yuri N. Ivanov a publié les preuves théoriques et expérimentales que les longueurs d'ondes stationnaires d'un système d'oscillateurs en mouvement diminuent en fonction de leur vitesse, confirmant l'hypothèse de H.-A. Lorentz, que les dimensions de l'instrument de Michelson sont réduites en fonction de la vitesse comme celles des ondes, rendant impossible la mesure de la vitesse de la Terre dans l'espace par cette méthode.

Il y eut cependant des divergences dans l'évaluation des dimensions de la contraction entre Ivanov, Lorenz et Lafrenière. Le présent article révisé le diagramme et les calculs d'Ivanov et démontre que la contraction des ondes stationnaires en fonction de la vitesse, et par conséquent celle de la matière, est conforme au coefficient de Lorentz et égale dans les trois directions x, y et z.

Il conclut que la relativité de Lorentz-Ivanov remet en question non seulement la relativité d'Einstein mais aussi la conception de la cosmologie d'expansion, de la mécanique quantique et de la matière en général. Les principes de mécanique ondulatoire semblent conduire vers une unification des théories de la physique

**Abstract:** - In "*Rhythmodynamics*" Yuri N. Ivanov published theoretical and experimental evidence that the standing wavelengths in a system of moving oscillators decrease according to their velocity, confirming the hypothesis of H.-A. Lorentz, that the dimensions of Michelson's instrument are reduced as a function of the speed like those of the waves, making it impossible to measure the velocity of the Earth in space by this method.

There were, however, divergences in the assessment of the dimensions of the contraction between Ivanov, Lorenz and Lafrenière. This article reviews the diagram and calculations of Ivanov and shows that the contraction of the standing waves due to velocity, and consequently that of matter, is consistent with the Lorentz coefficient and equal in the three directions x, y and z.

It concludes that Lorentz-Ivanov's relativity calls into question not only Einstein's relativity, but also the conception of expansion cosmology, quantum mechanics, and matter in general. The principles of wave mechanics may lead to an unification of physical theories.

**Keywords:** - Michelson Morley experience, relativity, Lorentz contraction, standing wave.

## A – Introduction

Vers 1887, *Hendrik Antoon Lorentz* (1853–1928) tentait d'expliquer pourquoi l'interféromètre de Michelson n'avait pas pu mesurer le mouvement absolu de la Terre dans l'éther. Il avait proposé dès 1895 qu'une contraction de cet appareil, conforme à ses équations préliminaires, était susceptible d'annuler la différence de vitesse attendue de la lumière sur deux axes orthogonaux. Poincaré utilisa les équations de Lorentz pour compenser les aberrations de la lumière dues aux mouvements de la source, de manière à rendre les lois de l'électromagnétisme de Maxwell invariantes. Il a établi les modifications de coordonnées qui auraient pour résultat d'immobiliser l'électron afin de rendre invariantes les lois de l'électromagnétisme de Maxwell et il les a appelées transformations de Lorentz:

*Le point essentiel, établi par Lorentz, c'est que les équations du champ électromagnétique ne sont pas altérées par une certaine transformation (que j'appellerai du nom de Lorentz) et qui est de la forme suivante ;*

$$x' = \gamma(x - \beta t) ; \quad y' = y ; \quad z' = z ; \quad t' = \gamma(t - \beta x)$$

*x, y, z sont les coordonnées et t le temps avant la transformation ; x', y', z et t' après la transformation. D'ailleurs  $\beta$  est une constante qui définit la transformation.*

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad \text{et } \gamma \text{ est une fonction de } \beta .(1)$$

Mais Lorentz se défendit d'avoir formulé ces transformations: *"je n'ai pas indiqué la transformation qui convient le mieux. Cela a été fait par Poincaré et ensuite par M. Einstein et Minkowsky."* (2) Les équations de transformation sont donc bien celles de Poincaré. Il les a formulées dès l'introduction de son article, tout en énonçant son postulat d'invariance, connu aujourd'hui comme principe de relativité. Selon Lorentz pourtant, l'interféromètre de Michelson se contracte vraiment mais il en ignorait la raison. Son hypothèse a donc été rejetée comme improbable.

A l'origine de la relativité se situe donc l'impossibilité de mettre en évidence, par la méthode optique de l'interféromètre, une addition de la vitesse de la Terre à celle de la lumière. Lorentz l'attribuait à une contraction des bras de l'interféromètre. Poincaré obtenait l'invariance des lois de l'électromagnétisme en appliquant l'inverse de la formule de contraction de Lorentz. Einstein prit ces "transformations de Lorentz" à la lettre, postulant la relativité de l'espace-temps selon la formule de son ancien professeur de mathématique Minkowsky. La relativité devint une théorie essentiellement mathématique.

Deux décennies plus tard, Louis de Broglie montra que l'électron a des comportements d'onde. Par l'étude des ondes stationnaires, il découvrit la corrélation ou "harmonie des phases" ainsi que l'onde de phase. Depuis 1980, un ingénieur russe, Yuri N. Ivanov, a apporté les preuves mathématiques puis expérimentales que, par corrélation de phases des ondes opposées, les dimensions des ondes stationnaires sont réduites en fonction de leur vitesse dans l'espace. Sachant que les liaisons atomiques et moléculaires s'effectuent en fonction de la longueur d'onde des électrons, on peut considérer la matière solide comme un réseau d'ondes stationnaires, qui subissent une contraction comme l'avait prévu Lorentz. (3)

## B – Méthodes

### Postulats de mécanique ondulatoire

*Yuri N. Ivanov* a publié dans *Rhythmodynamics* (4), ses postulats, expériences reproductibles et conclusions. Il revient au principe de l'éther d'avant 1905, c'est-à-dire à l'espace comme milieu physique de propagation d'onde dont les propriétés principales sont les constantes de vitesse de la lumière  $c$ , du minimum de Planck  $h$  et de la permittivité diélectrique dans le "vide"  $\epsilon$ . L'espace euclidien comme référentiel principal est nécessaire pour comprendre la géométrie et la dynamique d'onde. Ivanov énonce trois postulats:

- 1) *un objet élémentaire hypothétique sans masse ayant la propriété d'un oscillateur, provoquant des vibrations de l'environnement sous forme d'ondes périodiques,*
- 2) *un milieu qui transforme les vibrations des oscillateurs en propagation d'ondes sphériques, assurant la vitesse constante des perturbations par rapport aux sources stationnaires, et constituant un référentiel fixe,*
- 3) *une interaction lorsqu'au moins deux oscillateurs forment un système d'oscillateurs.*

L'espace lui-même est l'oscillateur. - Les oscillations se propagent sous forme d'ondes sphériques à la vitesse  $c$  dans l'espace. - Les interactions d'onde sont essentiellement des ondes stationnaires qui se constituent par corrélation de phases entre les sources d'ondes.

#### Contraction des ondes stationnaires mobiles d'Ivanov

Il est connu que deux oscillateurs reliés et de même fréquence mais en décalage de phase, coordonnent leurs phases soit en accordant les fréquences, soit en se déplaçant. Lorsque de tels couples d'oscillateurs sont en mouvement dans leur milieu, leurs longueurs d'onde sont augmentées à l'arrière et diminuées vers l'avant.

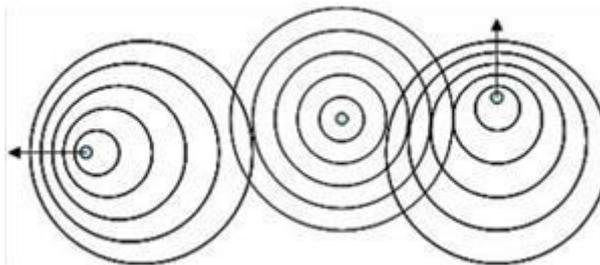
Ivanov démontre que les oscillateurs en mouvement restent corrélés en formant entre eux une onde stationnaire dont la longueur (le ventre d'onde) est la demie moyenne géométrique de celles des ondes opposées et qu'elle a donc une dimension réduite par rapport à celle au repos.

Il a conçu et effectué de nombreuses expériences reproductibles, surtout avec des ondes sonores, qui ont mis en évidence la réduction des longueurs d'ondes stationnaires en fonction de leur vitesse.

#### Mode de propagation des ondes

La dynamique ondulatoire est fondée sur le postulat de l'espace euclidien comme référentiel universel et comme milieu de la propagation d'onde à la vitesse  $c$ . La conséquence en est que l'onde provoquée par un oscillateur diffuse sphériquement dans l'espace depuis le point d'émission, indépendamment de la vitesse de la source en mouvement.

Il en résulte des fronts d'ondes dont les fréquences ou longueurs d'onde varient selon l'orientation de l'observateur comme le montre Ivanov par l'image où la source centrale est immobile alors que la source gauche se déplace horizontalement, et la source droite verticalement.



#### Formulation de la contraction relativiste

Contrairement à la relativité d'Einstein, la relativité de Lorentz-Ivanov ne suppose pas de transformation des coordonnées d'espace et de temps. Elle est fondée sur les transformations des longueurs d'onde et des périodes d'onde en fonction de la vitesse de la source d'onde et démontre que ces transformations conduisent à une contraction des dimensions du système en mouvement. De ce fait, les coefficients de transformation sont inverses.

La *relativité restreinte* utilise le coefficient gamma, qui est l'inverse du coefficient que Lorentz a déduit de l'effet Doppler et que nous désignerons, suivant LaFrenière, par la lettre  $g$ .

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad g = \sqrt{1-\beta^2} \quad \text{avec } \beta = v/c$$

La *Rythmodynamique d'Ivanov* propose pour la contraction de l'onde stationnaire une formule fondée sur la moyenne harmonique des vitesses de deux objets ou systèmes en mouvement par rapport à un troisième, référentiel fixe dans l'espace.

$$\lambda'_{st} = \frac{c_1 \cdot c_2}{v(c_1 + c_2)} \quad \lambda'_{st} = \frac{c}{2v} \cdot \frac{1-\beta^2}{\sqrt{1-\beta^2 \sin^2 \theta}}$$

Cette formule suppose une contraction latérale  $y, z$ , lorsque  $\theta = 90^\circ$ , équivalente au coefficient de Lorentz, et une contraction au carré, lorsque  $\theta = 0^\circ$ , sur l'axe  $xx'$  du mouvement.



On constate que toute ligne droite passant par le point N en mouvement et reliant des points opposés du cercle, est divisée par N en une portion avancée de longueur comprimée, dessinée en rouge, et une portion retardée de longueur dilatée en bleu et que chacune des deux portions compte dix ondes secondaires.

### Calcul des longueurs d'onde

- Dans la direction  $xx'$  du mouvement selon l'addition des vitesses:

contraction vers l'avant (observateur devant)

$$\lambda_a = (c - v) = c \cdot (1 - v/c)$$

dilatation vers l'arrière (observateur derrière)

$$\lambda_r = (c + v) = c \cdot (1 + v/c)$$

moyenne géométrique en normalisant la vitesse  $c = 1$  et  $v/c = b$

$$\lambda = (\lambda_a \cdot \lambda_r)^{1/2} = [(1 - b) \cdot (1 + b)]^{1/2} = (1 - b^2)^{1/2}.$$

- Dans la direction transversale, suivant le théorème de Pythagore

$$NG^2 = OG^2 - ON^2 = c^2 - b^2 \text{ (avec } c = 1)$$

$$NG = (1 - b^2)^{1/2}$$

Nous obtenons dans le sens transversal  $y$  ou  $z$ , le même coefficient de contraction

$$g = \sqrt{1 - b^2}$$

On peut présumer que cela vaut pour toutes les orientations des ondes stationnaires par rapport à la direction de leur mouvement, ce qui reste à démontrer.

- Dans n'importe quelle orientation à l'exemple de l'orientation AB selon le schéma repris d'Ivanov, où nous avons les notations suivantes modifiées:

N - la source mobile

$b$  - vitesse relative de la source - ( $V$  chez Ivanov)

O - coordonnée du point où le front d'onde est émis

$c$  - vitesse, rayon ou longueur d'onde par seconde

$\lambda_r$  - longueur d'onde retardée par rapport à N - ( $c_2$  chez Ivanov)

$\lambda_a$  - longueur d'onde avancée par rapport à N - ( $c_1$  chez Ivanov)

### Calcul des longueurs d'ondes

En fonction de la vitesse  $b$  et de l'angle  $\theta$  d'orientation par rapport à la direction  $xx'$  du mouvement.

$$AK = KB = A \quad \text{Moyenne arithmétique des ondes avancée et retardée}$$

$$KN = a = b \cos \theta$$

$$OK = h = b \sin \theta$$

$$KB = \sqrt{c^2 - h^2} = \sqrt{1 - b^2 \sin^2 \theta}$$

$$\lambda_a = KB - KN = \sqrt{1 - b^2 \sin^2 \theta} - b \cos \theta$$

$$\lambda_r = KB + KN = \sqrt{1 - b^2 \sin^2 \theta} + b \cos \theta$$

Calcul de l'onde stationnaire

Les ondes stationnaires se forment par définition entre oscillateurs reliés, qui restent solidaires en mouvement. Chaque oscillateur est accompagné par son front d'onde, semblable à celui qui accompagne N. Entre les oscillateurs N et B, ces fronts d'onde forment une onde stationnaire qui a un nombre entier constant de nœuds et ventres d'onde et dont la longueur est déterminée par la corrélation de phase des ondes avancées et retardées sur la ligne NB.

Par définition, la longueur d'onde stationnaire  $\lambda_{st}$  est celle du ventre d'onde; sa dimension est la demie moyenne géométrique des longueurs d'ondes opposées, retardée de B à N et avancée de N à B.

$$\lambda_{st} = \frac{\sqrt{\lambda_r \cdot \lambda_a}}{2}$$

Les points N et B peuvent représenter les atomes du même système matériel (p.ex. un bras de l'interféromètre de Michelson) en mouvement dans la direction xx' à la vitesse relative constante v/c = b. Selon Ivanov, les atomes occupent nécessairement des nœuds d'ondes stationnaires qui sont des puits potentiels. Ainsi la matière est un réseau d'ondes stationnaires entre atomes et sa dimension varie avec celle de ces ondes.

Les relations triangulaires déterminent les longueurs d'onde en fonction de la vitesse b et de l'angle  $\theta$  entre la direction du mouvement xx' et l'orientation choisie AB.

Avec  $c = 1$  et  $\omega = \arcsin h$ ;

KB = AK =  $\cos \omega$ ; et nous écrivons les équations d'Ivanov:

$$\lambda_a = KB - KN = \cos \omega - b \cdot \cos \theta$$

$$\lambda_r = AK + KN = \cos \omega + b \cdot \cos \theta$$

Moyenne géométrique des deux longueurs d'ondes formant l'onde stationnaire

$$(\lambda_a \cdot \lambda_r)^{1/2} = (\cos^2 \omega - b \cdot \cos^2 \theta)^{1/2}$$

Nous obtenons pour des vitesses relatives 0.5 c et 0.3 c les valeurs du tableau suivant.

doppler Ivanov : Requête Sélection									
b=v/c	angle	$\theta$	$h=b \cdot \sin \theta$	$\alpha=b \cdot \cos \theta$	$w=\arcsin h$	$\lambda_a$	$\lambda_r$	$(\lambda_r \cdot \lambda_a)^{0,5}$	$(1-b^2)^{0,5}$
0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	1,5	0,86602540	0,86602540
0,5	30	0,5236	0,25	0,433013	0,252680255	0,5352	1,4013	0,86602540	0,86602540
0,5	45	0,7854	0,35355	0,353553	0,361367124	0,5819	1,289	0,86602540	0,86602540
0,5	60	1,0472	0,8660254	0,25	0,447832397	0,6514	1,1514	0,86602540	0,86602540
0,5	90	1,5708	0,5	8,08E-16	0,523598776	0,8660	0,8660	0,86602540	0,86602540
0,5	120	2,0944	0,43301	-0,25	0,447832397	1,1514	0,6514	0,86602540	0,86602540
0,5	135	2,3562	0,35355	-0,35355	0,361367124	1,289	0,5819	0,86602540	0,86602540
0,5	150	2,618	0,25000	-0,43301	0,252680255	1,4013	0,5352	0,86602540	0,86602540
0,5	180	3,1416	1,6E-15	-0,5	1,61554E-15	1,5	0,5	0,86602540	0,86602540
0,3	0	0	0	0,3	0	0,7	1,3	0,95393920	0,95393920
0,3	30	0,5236	0,15	0,259808	0,150568273	0,7289	1,2485	0,95393920	0,95393920
0,3	45	0,7854	0,21213	0,212132	0,213756132	0,7651	1,1894	0,95393920	0,95393920
0,3	60	1,0472	0,25981	0,15	0,262822978	0,8157	1,1157	0,95393920	0,95393920
0,3	90	1,5708	0,3	4,85E-16	0,304692654	0,9539	0,9539	0,95393920	0,95393920
0,3	120	2,0944	0,25981	-0,15	0,262822978	1,1157	0,8157	0,95393920	0,95393920
0,3	135	2,3562	0,21213	-0,21213	0,213756132	1,1894	0,7651	0,95393920	0,95393920
0,3	150	2,618	0,15000	-0,25981	0,150568273	1,2485	0,7289	0,95393920	0,95393920
0,3	180	3,1416	9,7E-16	-0,3	9,69326E-16	1,3	0,7	0,95393920	0,95393920

### Résultat: - Contraction indépendante de l'angle d'orientation

Selon le calcul, la moyenne géométrique des ondes retardées et avancée est égale à la contraction de Lorentz quelle que soit l'angle d'orientation  $\theta$ .

$$\sqrt{\lambda_r \cdot \lambda_a} = \lambda_o \sqrt{1 - \beta^2}$$

La contraction de l'onde stationnaire est indépendante de l'orientation, égale sur toutes les coordonnées x, y et z, et ne dépend que de la vitesse.

$$\lambda_{st} = \frac{\lambda_o \sqrt{1 - \beta^2}}{2}$$

### Confirmation fondée sur le théorème de Pythagore

En notant:

$$A = AK = KB \text{ (moyenne arithmétique)}$$

$$a = KN$$

$$\lambda_a = KB - KN = A - a$$

$$\lambda_r = KB + KN = A + a$$

En prenant h comme intermédiaire

$$h^2 = c^2 - A^2 = b^2 - a^2 \quad \text{et en commutant les additifs } A^2 \text{ et } b^2$$

$$1 - b^2 = A^2 - a^2 = (A-a) * (A+a) = \lambda_a * \lambda_r$$

On retrouve la relation  $\sqrt{\lambda_r \cdot \lambda_a} = \lambda_o \sqrt{1 - \beta^2}$

## **D – Discussion**

La géométrie des fronts d'ondes progressives sphériques peut être interprétée de trois points de vue et selon trois modes différents.

1) - L'effet Doppler: les longueurs d'onde ou périodes T observées en fonction de la vitesse relativiste  $\beta$  et de l'angle d'observation  $\theta$  sont formulées ici par la longueur d'onde avancée (ou retardée).

$$\lambda_a = KB - KN = \cos \omega - b \cdot \cos \theta = A - a$$

Il dépend de l'addition des vitesses et se réfère à la moyenne arithmétique A.

En fonction de la vitesse de 0.5 c et de l'angle d'orientation, le tableau montre que la longueur d'onde varie de 0.5 en amont à 1.5 en aval de N. Il est remarquable qu'à l'angle de 90° elle n'est pas 1 mais 0.866, moyenne géométrique.

2) - La contraction selon Lorentz ou contraction de l'onde stationnaire qui relie deux oscillateurs A et B en fonction de la vitesse  $\beta$  seule. Elle dépend seulement de la vitesse de groupe et dépend d'une moyenne géométrique G.

$$\sqrt{\lambda_r \cdot \lambda_a} = \lambda_o \sqrt{1 - \beta^2} \quad \lambda' = \lambda_o \sqrt{1 - \beta^2}$$

Les oscillateurs A, N et B, de même fréquence, appartenant au même système, se meuvent en parallèle, accompagnés de leur front d'onde, selon la même vitesse de groupe dans la direction xx'. L'onde stationnaire entre N et B résulte de la superposition des projections des fronts d'ondes sur la ligne d'orientation AB. Le front d'onde qui progresse de N à B est dit avancé (les longueurs ou périodes d'onde sont diminuées). Le second front d'onde qui régresse de B à N est dit retardé (les longueurs ou périodes d'onde sont augmentées). Superposés, les deux fronts opposés forment l'onde stationnaire. La longueur d'onde stationnaire, par définition celle du ventre d'onde, est la demie moyenne des longueurs d'ondes retardée et avancée.

3) - La vitesse relativiste (ou effet Doppler relativiste) de deux oscillateurs A et B par rapport à un troisième référentiel au repos dans l'espace

Elle dépend des vitesses relatives et de l'angle entre les directions de deux mouvements et elle est calculée par la moyenne harmonique qui est le rapport du carré de la moyenne géométrique à la moyenne arithmétique  $H = G^2/A$

Ce mode de calcul s'applique aux vitesses relativistes de deux référentiels parcourant des trajets différents et remplace le calcul relativiste selon les transformations de la relativité d'Einstein qui ne reconnaît pas de référence fixe dans l'espace. Ivanov applique ce mode à l'onde stationnaire pour parvenir à sa formule.

$$\lambda'_{st} = \lambda_{st} \cdot \frac{1 - \beta^2}{\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta}}$$

Ce mode de calcul nous paraît cependant inapplicable aux ondes stationnaires d'un même système tel que celui du réseau des atomes de la matière dont les mouvements sont parallèles et la vitesse de groupe est commune. Il n'est pas fait référence au même angle. La vitesse relativiste dépend de l'angle entre deux trajectoires; dans le cas de l'onde stationnaire, il s'agit de l'angle entre le front d'onde et la direction x des mouvements parallèles.

## E – Conclusion

La même géométrie des ondes progressives sphériques conduit à trois formulations selon trois points de vue différents. Les équations ne sont que des aspects particuliers d'une seule géométrie et dynamique des ondes, promue par H.-A. Lorentz et Louis de Broglie et complétée par la découverte par Ivanov de la contraction des ondes stationnaires.

Les divergences étudiées dans cette communication, concernant la formulation de la contraction relativiste des ondes stationnaires sont des questions de détail. Elles ne changent rien à l'importance épistémologique de la découverte par Yuri Ivanov de la relativisation des dimensions de la matière compte tenu du rôle ontologique que la physique classique a attribué à celle-ci. Les postulats d'Ivanov en eux-mêmes annoncent une seconde révolution copernicienne: le retour à l'espace physique sans limite comme milieu d'onde et référentiel universel, après l'ère anthropocentrique de la théorie d'Einstein où le seul référentiel est l'observateur lui-même.

Avec la relativité de Lorentz-Ivanov, la physique retrouve l'espace et la géométrie classiques de Pythagore et d'Euclide. Elle reprend ses droits selon la devise platonicienne "*Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre*". La dynamique d'onde retrouve aussi le temps universel. Puisque tout allongement des périodes est compensé par le raccourcissement des parcours les horloges restent synchronisées même aux vitesses relativistes. Le paradoxe des jumeaux est démystifié. La mesure invariable du temps est en effet une conséquence immédiate de l'espace absolu et de la vitesse constante de la lumière.

La mécanique ondulatoire et sa conception de l'espace remet en question la théorie de la relativité d'Einstein mais aussi les conceptions de l'astronomie, de la cosmologie d'expansion et de la matière en général qui en dérivent. Dans la pratique, la mécanique ondulatoire ne semble rien changer d'essentiel. En remplaçant la relativité de l'espace-temps par la relativité des dimensions de la matière, on peut obtenir les mêmes résultats lorsqu'il s'agit de seulement deux référentiels. Dans ce cas, seules les "aberrations" sur l'axe x sont en cause, les coordonnées y et z sont sans importance. Mais dès qu'intervient un troisième, les problèmes sont différents comme l'a appris Poincaré par le "problème des trois corps". Les ondes stationnaires ont une importance fondamentale dans le comportement des systèmes macroscopiques complexes. Ilya Prigogine a attribué la corrélation non locale des particules dans la formation et l'évolution des structures dissipatives aux résonances de Poincaré, ce qui suppose des ondes stationnaires et des ondes de phase entre les éléments. Il a aussi proposé dans le chapitre VI de "*La fin des certitudes*" (7) une nouvelle interprétation de la théorie quantique et de ses probabilités.

Les postulats fondamentaux de la nouvelle mécanique ondulatoire et sa géométrie d'ondes concernent tous les domaines de la physique. Les principes épistémologiques et non pas les analyses mathématiques semblent conduire vers l'idéal du rasoir d'Ockham et promettre l'unification des théories de la physique.

---

## Références

- 1) - **H. Poincaré**, [Sur la dynamique de l'électron](#), réédité et commenté par **A. Logounov** – p. 9-10.
- 2) - ibidem p.10
- 3) - [Les liaisons covalentes](#) sont expliquées par des recouvrements de fonctions orbitales atomiques dont les solutions sont données par la fonction d'onde de Schrödinger.
- 4) - **Ivanov Yuri N.** -. [Rhythmodynamics](#)
- 5) - **Gabriel LaFrenière**, - [La matière est faite d'ondes](#)
- 6) - **Ivanov Yuri**, - [Rhythmodynamics 2.05](#), Figure 58.
- 7) - **Ilya Prigogine**, - *La fin des certitudes*, Ed. Odile Jacob, 1996