



Tentative d'unification de la Relativité Générale et de la Mécanique Quantique

Christian Preziosa

► To cite this version:

Christian Preziosa. Tentative d'unification de la Relativité Générale et de la Mécanique Quantique. 2023. [⟨hal-04324586⟩](#)

HAL Id: hal-04324586

<https://hal.science/hal-04324586v1>

Preprint submitted on 7 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

Tentative d'unification de la Relativité Générale et de la Mécanique Quantique

Attempt to unify General Relativity and Quantum Mechanics

Christian Preziosa
Docteur-Ingénieur ESB
christian.preziosa@gmx.fr

Etablir une théorie physique rendant compte de l'existence des particules semble être un projet très ambitieux. Cependant, on doit garder l'espoir qu'un jour ce vœu pieux puisse se réaliser, comme le soulignait Louis de Broglie dans son ouvrage « nouvelles perspectives en microphysique » datant de 1955:

« Si, au prix d'un effort qui serait certainement long et difficile, on parvenait à étendre la Relativité généralisée de façon à faire rentrer les ondes u des diverses sortes de particules dans le cadre de l'espace-temps, on pourrait établir la forme des équations non linéaires satisfaites par les ondes u, étudier ce qui se passe dans les régions singulières et parvenir à comprendre la véritable nature de ces accidents spatio-temporels qui sont les corpuscules et aussi la signification profonde du quantum d'action qui est certainement lié d'une façon essentielle à la structure à la fois granulaire et ondulatoire de la matière et du rayonnement. On obtiendrait ainsi (ce n'est pas encore pour demain !) une magnifique synthèse des conceptions de la Relativité généralisée et de la théorie des Quanta. »

Le présent essai apporte une petite pierre à l'édifice projeté par l'éminent chercheur en montrant un chemin possible d'unification de la Mécanique Quantique et de la Relativité Générale en posant une relation de champ relativiste appropriée reliant intrinsèquement la géométrie de l'espace-temps à la cinématique du mouvement de la matière.

L'espace-temps est de nature riemannienne de signature (1, -1, -1, -1) correspondant aux coordonnées cartésiennes (t = 0, x = 1, y = 2, z = 3) et le repère est local.

On pose comme postulat une relation reliant les courbures spatiotemporelles à la quadri-accélération en chaque point d'Univers :

$$\frac{R_{ij}}{R} = \frac{\gamma_i \gamma_j}{\gamma^2} \quad (I)$$

Où R_{ij} , R et γ_i désignent respectivement le tenseur de Ricci, sa contraction et la quadri-accélération locale.

La relation (I) est constituée de 9 équations indépendantes pour 9 inconnues qui sont : 6 composantes indépendantes du tenseur métrique g_{ij} en raison du libre choix du repère et, tenant compte de la relation $\gamma_i = u^j (u_{i,j} - u_{j,i})$, 3 composantes indépendantes de la quadri-vitesse unitaire u_i .

On pose : $\psi_i = \gamma_i \sqrt{\frac{R}{2\gamma^2}}$ (composantes réelles ou imaginaires pures suivant le signe sous radical)

Alors : $R_{ij} = 2\psi_i \psi_j$

Et : $T_{ij} = 2\psi_i \psi_j - g_{ij} \psi^2$ constitue le tenseur d'énergie-impulsion d'Einstein.

Sa divergence est nulle : $T_{i,j}^j = 0$, assurant la conservation locale de l'énergie-impulsion, notamment pour $i = 0$:

$$\left[(\psi_0)^2 + (\psi_1)^2 + (\psi_2)^2 + (\psi_3)^2 \right]_{,0} + T_{0,\alpha}^\alpha = 0, \text{ avec } \alpha = 1 \text{ à } 3$$

Et par intégration sur tout l'espace physique aux limites duquel T_0^α s'annule :

| |
|---|
| $\int_V \left[(\psi_0)^2 + (\psi_1)^2 + (\psi_2)^2 + (\psi_3)^2 \right] dV = \text{constante} \quad (\text{II})$ |
|---|

Cette relation montre que la forme quadratique strictement positive entre crochets (négative si ψ_i est imaginaire pur --> antimatière ?) peut être confondue, à un coefficient constant près, avec une densité de probabilité de présence à la condition que ψ_i satisfasse aussi à l'équation de Klein-Gordon, ce que nous allons montrer pour la particule libre.

On vérifie :

$$T_{i,j}^j = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \psi^j (\psi_{i,j} - \psi_{j,i}) = 0 \\ \psi_{,i}^i = 0 \end{cases} \quad (\text{II-a,b})$$

Le premier groupe d'équations est satisfait si l'on pose :

$$\psi_{i,j} - \psi_{j,i} = \frac{mc}{\hbar} \varepsilon_{ij}^{kl} u_k \psi_l \quad (\text{III})$$

Où u_k désigne la quadri-vitesse unitaire en chaque point constituant la particule libre de masse propre m .

Ce sont avec (II-b), 7 équations au regard des 7 composantes indépendantes des champs ψ_i et u_i .

Par dérivation suivant j , tenant compte de l'équation (II-b) :

$$\square \psi_i = \frac{mc}{\hbar} \varepsilon_i^{jkl} u_k \psi_{l,j} + \frac{mc}{\hbar} \varepsilon_i^{jkl} u_{k,j} \psi_l$$

Or :

$$\frac{mc}{\hbar} \varepsilon_i^{jkl} u_{k,j} \psi_l = \frac{mc}{\hbar} \varepsilon_i^{jkl} u_j \gamma_k \psi_l = 0$$

Par suite :

$$\square \psi_i = \frac{mc}{\hbar} \varepsilon_i^{jkl} u_k \psi_{l,j} = \frac{1}{2} \frac{mc}{\hbar} \varepsilon_i^{jkl} u_k (\psi_{l,j} - \psi_{j,l})$$

$$\square \psi_i = \frac{1}{2} \frac{m^2 c^2}{\hbar^2} \varepsilon_i^{jkl} \varepsilon_{lj}^{mn} u_k u_m \psi_n$$

$$\square \psi_i = -\frac{m^2 c^2}{\hbar^2} (\delta^{km} \delta_i^n - \delta^{kn} \delta_i^m) u_k u_m \psi_n$$

Tenant compte de $u^2 = 1$ et $u_k \psi^k = u_k \gamma^k \sqrt{\frac{R}{2\gamma^2}} = 0$,

On obtient l'équation de Klein-Gordon, avec la particularité que la fonction d'onde est un quadrivecteur à composantes réelles satisfaisant à la relation (II) :

$$\square \psi_i + \frac{m^2 c^2}{\hbar^2} \psi_i = 0 \quad (\text{IV})$$

Ces quelques calculs montrent une possibilité d'unification des théories quantique et de la Relativité Générale à partir d'une seule hypothèse : la relation (I).

Remarques :

Le développement de la théorie conduit à poser :

$$m = -\frac{1}{\chi c^2} \int_V \psi^2 dV$$

Et, suivant la relation de conservation (II-b), afin de rester conforme aux dimensions des lois de l'électrodynamique et de la gravitation. :

$$\int_V \psi^0 dV = \chi hc$$

Où χ désigne la constante gravitationnelle d'Einstein,

Dans le cas d'une particule plongée dans un champ électromagnétique extérieur, la prescription de *couplage minimal* de Fock conduit à faire la substitution dans l'équation

(III) suivante : $mcu_i \rightarrow mcu_i - eA_i$

Où e et A_i désignent respectivement la charge électrique de la particule et le potentiel quadrivecteur électromagnétique agissant sur celle-ci.

Conclusion :

Les relations (II-b) et (III), résultant de la relation fondamentale (I), constituent une méthode alternative à celle utilisant les bi-spineurs de Paul Dirac pour satisfaire l'équation de Klein-Gordon. Elle pourrait être la base d'une description complète des particules dans une théorie unifiée. Cependant, on montre aisément que les relations (II-b) et (III) ne sont compatibles

que si la densité de masse propre est très faible afin que $\psi_{,i}^i \simeq 0$. C'est donc par le fait que la particule est quasi-ponctuelle que l'équation de Klein-Gordon et les relations linéaires qui permettent d'y accéder, constituent un moyen de description physique de son état, et qui est aussi la raison pour laquelle l'onde d'énergie disparaît au profit d'une onde virtuelle que l'on appelle onde de probabilité.

Seules les 4 équations différentielles du premier ordre (IIa-b), dont 3 sont non-linéaires, sont ici la base exacte d'une nouvelle approche.

Bibliographie :

- [1] Einstein A. Quatre conférences sur la théorie de la relativité (mai 1921). Gauthier-Villars, Paris (1971).
- [2] De Broglie L. Recherches sur la théorie des quanta. Thèse de doctorat, Paris (25 novembre 1924).
- [3] Oskar Klein. Quantum theory and five dimensional theory of relativity. Z. Phys. 37 895-906 (1926).
- [4] Darrieus G. Sur une forme remarquable des équations de Maxwell-Lorentz dans l'univers à 5 dimensions. J. Phys. Radium 8, 11 (1927) 444-446.
- [5] P. A. M. Dirac. Les principes de la mécanique quantique. Les Presses Universitaires de France, Paris (1931).
- [6] Lichnerowicz André. Théories relativistes de la gravitation et de l'électromagnétisme. Paris : Masson (1955).
- [7] De Broglie L. Nouvelles perspectives en Microphysique. Albin Michel, Paris (1956).
- [8] W. Heisenberg. Les principes physiques de la théorie des quanta. (1^{ère} édition 1957). Gauthier-Villars, Paris (1972).
- [9] Yves Thiry. Théorie penta-dimensionnelle de la gravitation et de l'électromagnétisme. Séminaire Janet. Mécanique analytique et mécanique céleste, tome 2 (1958-1959), exp. n°1, p. 1-15.
- [10] De Broglie L. Jalons pour une nouvelle microphysique. Gauthier-Villars, Paris (1978).
- [11] J.-P. Duruisseau. Scalaire et Nouveaux Problèmes de la Relativité Générale: Horizons, Masses Limites. Thèse, Paris (1979).
- [12] Rousseaux G. Les équations de Maxwell sont-elles incomplètes ? Annales de la Fondation Louis de Broglie, Volume 26 numéro 4, 2001.
- [13] C. Preziosa. Sur une forme microscopique du tenseur d'énergie. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 1, N° 081201 (publié le 30/12/2008).

Orléans, le 11/03/2023
Christian Preziosa

«Ce serait naturellement un progrès considérable, si l'on réussissait à réunir en une représentation unique le champ de gravitation et le champ électromagnétique. C'est alors seulement que l'ère de la Physique théorique, inaugurée par Faraday et Maxwell, aboutirait à un résultat satisfaisant. Alors l'opposition *éther-matière* s'évanouirait et toute la physique représenterait, au moyen de la théorie de la relativité générale, le même système cohérent d'idées que la géométrie, la cinématique et la théorie de la gravitation. »

(Extrait de la conférence « **l'éther et la théorie de la relativité** » faite par Albert Einstein à l'Université de Leyde, le 5 mai 1920)