Sur des équations de champ électromagnétique non linéaires en théorie de la double solution

Christian Preziosa

▶ **To cite this version:**

Christian Preziosa. Sur des équations de champ électromagnétique non linéaires en théorie de la double solution. 2010. hal-04004190

HAL Id: hal-04004190

https://univ-orleans.hal.science/hal-04004190

Submitted on 24 Feb 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 Attribution 4.0 International License

SCIENCE Lib
La science en liberté
www.ScienceLib.fr

Sur des équations de champ électromagnétique non linéaires en théorie de la double solution

Auteur : Christian PREZIOSA

Catégorie : Sciences fondamentales , Physique

ScienceLib Editions Mersenne : Volume 2 , N ° 101102
ISSN 2111-4706

Publié le: 2010-11-15

Sur des équations de champ électromagnétique non linéaires en théorie de la double solution

On the nonlinear equations of an electromagnetic field in the double solution theory

Christian PREZIOSA

Ancien Maître de conférences à l'Université d'Orléans (France)
christian.preziosa@gmx.fr

RESUME. La théorie de la double solution, élaborée par Louis de Broglie, émane d'idées présentées dans sa thèse soutenue en 1924. La « dualité onde-corpuscule » s'explique par l'existence de deux solutions d'équations de champ non linéaires. La première solution consiste en un groupe d'ondes concentrées de grande amplitude correspondant au corpuscule, la seconde en une onde étendue de faible amplitude correspondant à l'onde matérielle de la Mécanique Ondulatoire (ou à l'onde électromagnétique dans le cas du photon). L'article relate du fondement naturel d'équations de champ non linéaires régissant la lumière.

ABSTRACT. The double solution theory, elaborated by Louis De Broglie, was developed from ideas presented in his thesis, in 1924. The "duality wave-corpuscle" is explained by the existence of two solutions for the nonlinear field equations. The first solution is given by a concentrated wave group of large amplitude, corresponding to the corpuscle, and the second solution is a spread wave of small amplitude, corresponding to the physical wave of Wave Mechanics (or to the electromagnetic wave in the case of a photon). The present paper discusses the natural origins of the nonlinear field equations describing the propagation of light.

1 Introduction

En l'absence de charge et de courant, les équations de Maxwell impliquent la conservation de l'énergie électromagnétique. Outre qu'elles s'accordent parfaitement avec l'expérience, leur véracité physique profonde réside dans cette observation.

Toutefois, je montre, par le biais d'une identité différentielle, que la conservation de l'énergie est de même satisfaite à partir d'équations tensorielles non linéaires bien déterminées, contenant les solutions des équations de Maxwell.

Le caractère plus général de ces équations et la possibilité qu'elles ont, de par leur non linéarité, d'associer étroitement l'onde électromagnétique à la particule lumineuse, entraînent à supposer qu'elles sont l'expression complète des lois régissant la lumière.

2 Extension non linéaire des équations de Maxwell

Nous nous référons à un système de coordonnées rectilignes local de l'espace-temps, supposé riemannien, de signature (- - - +). En désignant le tenseur champ électromagnétique par φ_{ij}, le tenseur d'énergie électromagnétique a pour expression :

$$T_i^j = \frac{1}{4}\varphi^2.\delta_i^j - \varphi_{ik}.\varphi^{jk} \qquad (1) \qquad (i, j, k = 1 \text{ à } 4)$$

Mathématiquement, la conservation de l'énergie électromagnétique dans le vide résulte de la non divergence de ce tenseur :

$$T_{i\ ,j}^j = 0 \qquad (2)$$

Par ailleurs, je montre que, tout tenseur antisymétrique d'ordre deux φ_{ij}, dérivable au moins une fois, satisfait à l'identité différentielle :

$$(\frac{1}{4}\varphi^2.\delta_i^j - \varphi_{ik}.\varphi^{jk})_{,j} = \varphi_{,k}^{jk}.\varphi_{ij} + \frac{1}{2}(\varphi_{ij,k} + \varphi_{jk,i} + \varphi_{ki,j}).\varphi^{jk} \quad (3)$$

En effet :

$$(\frac{1}{4}\varphi^2.\delta_i^j)_{,j} = \frac{1}{2}\varphi_{jk,i}.\varphi^{jk}$$

$$(-\varphi_{ik}.\varphi^{jk})_{,j} = -\varphi_{ik,j}.\varphi^{jk} - \varphi_{ik}.\varphi_{,j}^{jk}$$

Or :

$$-\varphi_{ik,j}.\varphi^{jk} = \varphi_{ki,j}.\varphi^{jk} = \varphi_{ij,k}.\varphi^{jk} = \frac{1}{2}(\varphi_{ij,k} + \varphi_{ki,j}).\varphi^{jk}$$

$$-\varphi_{ik}.\varphi_{,j}^{jk} = \varphi_{,k}^{jk}.\varphi_{ij}$$

D'où l'identité ci-dessus.

Nous vérifions alors, que les équations de Maxwell dans le vide qui s'écrivent sous forme tensorielle linéaire :

$$\begin{cases} \varphi_{,k}^{jk} = 0 \\ \varphi_{ij,k} + \varphi_{jk,i} + \varphi_{ki,j} = 0 \end{cases} \qquad (4a, b)$$

impliquent bien (2) d'après (3) et par là, la conservation de l'énergie.

Nous savons que les équations de Maxwell dans le vide ont une solution onde plane progressive caractérisant le mouvement particulaire général, mais qu'elles ne suffisent pas à décrire le corpuscule lumineux, ne serait-ce qu'à cause de leur linéarité.

Toutefois, l'identité (3) montre qu'il y a conservation de l'énergie électromagnétique dans le vide si les équations non linéaires suivantes sont satisfaites :

$$\begin{cases} \varphi^{jk}_{,k}.\varphi_{ij} = 0 \\ (\varphi_{ij,k} + \varphi_{jk,i} + \varphi_{ki,j}).\varphi^{jk} = 0 \end{cases} \qquad (5a, b)$$

Nous constatons que ces équations contiennent les solutions des équations de Maxwell dans le vide et s'avèrent ainsi plus générales. Il est donc raisonnable d'envisager que ces équations puissent décrire le photon.

Selon cette vue, les solutions des équations de Maxwell correspondent à des résultats asymptotiques de solutions d'équations non linéaires. De ce fait, elles ne conduisent pas à une description complète du phénomène lumineux. Leur valeur prédictive, de nature statistique, tient au lien qui doit exister entre l'énergie moyenne du corpuscule et l'amplitude de l'onde associée en raison de la non linéarité des équations de champ.

Cette remarque rejoint un concept majeur de Louis de Broglie dans sa théorie de la double solution.

3 Les équations en termes de champs électrique et magnétique

Si $\vec{E}, \vec{B}$ désignent respectivement les champs électrique et magnétique et c la célérité de la lumière, en posant $\overrightarrow{E'} = \vec{E}/c$:

$$\varphi_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & -B_z & B_y & -E'_x \\ B_z & 0 & -B_x & -E'_y \\ -B_y & B_x & 0 & -E'_z \\ E'_x & E'_y & E'_z & 0 \end{bmatrix} \quad \varphi^{ij} = \begin{bmatrix} 0 & -B_z & B_y & E'_x \\ B_z & 0 & -B_x & E'_y \\ -B_y & B_x & 0 & E'_z \\ -E'_x & -E'_y & -E'_z & 0 \end{bmatrix}$$

D'après (4a, b), en posant $t' = ct$, les équations de Maxwell dans le vide s'écrivent alors :

$$\begin{cases} \overrightarrow{\mathrm{rot}}\vec{B} - \dfrac{\partial \overrightarrow{E'}}{\partial t'} = \vec{0} \\ \mathrm{div}\overrightarrow{E'} = 0 \\ \overrightarrow{\mathrm{rot}}\overrightarrow{E'} + \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t'} = \vec{0} \\ \mathrm{div}\vec{B} = 0 \end{cases} \qquad (6a, b, c, d)$$

Parallèlement, d'après (5a, b), les équations généralisées du champ électromagnétique s'écrivent en termes classiques :

$$\begin{cases} \overrightarrow{E'}.\mathrm{div}\overrightarrow{E'} - \vec{B} \wedge (\overrightarrow{\mathrm{rot}}\vec{B} - \dfrac{\partial \overrightarrow{E'}}{\partial t'}) = \vec{0} \\ \overrightarrow{E'}.(\overrightarrow{\mathrm{rot}}\vec{B} - \dfrac{\partial \overrightarrow{E'}}{\partial t'}) = 0 \\ \vec{B}.\mathrm{div}\vec{B} - \overrightarrow{E'} \wedge (\overrightarrow{\mathrm{rot}}\overrightarrow{E'} + \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t'}) = \vec{0} \\ \vec{B}.(\overrightarrow{\mathrm{rot}}\overrightarrow{E'} + \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t'}) = 0 \end{cases} \qquad (7a, b, c, d)$$

Nous vérifions bien que, si les équations de Maxwell sont satisfaites, les équations généralisées le sont aussi. Notons aussi que les vecteurs champs électrique et magnétique apparaissent orthogonaux comme en électromagnétisme linéaire.

4 Conclusion : extension aux particules matérielles

Comme je l'ai montré dans les articles [13] et [14], la description physique d'une particule matérielle nécessite une dimension supplémentaire d'univers (de signature : - - - + -) en considérant le continuum d'espace-temps ds en tant qu'élément de la nouvelle dimension x^5 selon la correspondance : $(ds)^2 \rightarrow -dx_5.dx^5$, et l'équation de propagation particulaire : $dx_i.dx^i + dx_5.dx^5 = 0$.

Je conserve le même développement théorique que ci-dessus, mais en tenant compte de cinq dimensions d'univers. L'analogue de l'onde électromagnétique de la théorie de Maxwell dans l'espace-temps est alors l'onde matérielle de la Mécanique Ondulatoire dans l'univers étendu.

Suivant l'article [14], j'ai montré que les solutions des équations de l'électrodynamique classique sont également solutions d'équations non linéaires à cinq dimensions de type (5a, b). Alors, tenant compte d'une relation naturelle de normalisation de l'onde matérielle, les phénomènes quantiques et corpusculaires (y compris le phénomène lumineux) sont régis par un unique système d'équations tensorielles.

Naturellement, il reste à trouver un fondement logicomathématique pertinent à la forme du tenseur d'énergie considérée (1) et à résoudre les équations non linéaires de champ, notamment dans le cas de la lumière, pour vérifier si une description unifiée de la réalité physique peut s'obtenir à partir seulement de l'axiome de conservation de l'énergie et, dans ce cas, valider la théorie.

Orléans, le jeudi 4 novembre 2010

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] Lichnerowitcz 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. (1ère 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).

[14] C. Preziosa. Sur un fondement mécaniste des équations de Maxwell en Relativité Générale. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 2, N° 100601 (publié le 04/06/2010)

Conflit d'intérêt en lien avec l'article soumis : aucun.