3

Le programme d'Einstein : une contribution

Claude Elbaz

Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences (AEIS), Paris, France

Résumé

Le programme d'Einstein, basé sur un champ scalaire ε de célérité c , vitesse de la lumière, forme un système cohérent et homogène pour la description relativiste et quantique de l'univers. Les propriétés cinématiques et dynamiques des champs stationnaires $\varepsilon(x,t) = u(x)\psi(t)$, sont formellement identiques à celles de la matière. Le domaine classique correspond à l'approximation de l'optique géométrique pour des fréquences très grandes. La fonction d'amplitude $u(x)$ du genre espace se réduit alors à une distribution $\delta(x)$, et décrit une particule ponctuelle. Le domaine quantique correspond à l'optique ondulatoire. Les variations de fréquence conduisent aux relations de Fourier, comme limites, et à un invariant adiabatique formellement identique à la constante de Planck, ainsi qu'à l'interaction électromagnétique, et aux lois de moindre action, et de conservation de l'énergie-impulsion. La variation locale de la vitesse de propagation du champ $\delta C(x,t)$ induit des interactions formellement identiques à la gravitation.

Abstract

The Einstein's program: a contribution

The Einstein's program, based upon a scalar field ε , propagating at speed of light c , forms a consistent and homogeneous system, to describe relativistic and quantum properties of universe. Kinematical and dynamical properties of standing fields $\varepsilon(x,t)=u(x)\psi(t)$, are formally identical with mechanical properties of matter. The classical domain corresponds to geometrical optics approximation with very high frequencies. The space-like amplitude function $u(x)$ reduces then to the Dirac's distribution $\delta(x)$ for a point-like particle. The quantum domain corresponds to wave optics. The frequency variations lead to Fourier relations as limits, to dynamical properties with energy-momentum conservation law and to least action law, to interactions formally identical with electromagnetism, and to adiabatic invariant formally identical with Planck's constant. Local variations of the field velocity $\delta C(x,t)$ yield interactions formally identical with gravitation.

I. La méthode

Dans ses démarches scientifiques, et dans ses découvertes, Einstein avait attribué la priorité aux idées, et aux représentations mentales. Il basait ses raisonnements sur :

- des **expériences de pensée**, dont certaines sont célèbres, comme celles lors de ses nombreuses controverses avec Bohr, ou celle liée au paradoxe EPR, pour démontrer la non-séparabilité des particules quantiques, et réfuter l'interprétation probabiliste ;
- des **phénomènes physiques**, à la base de ses théories, comme par exemple :
 - pour la relativité restreinte, le rôle symétrique des interactions électromagnétiques, selon qu'un aimant ou un conducteur est en mouvement ;
 - pour la relativité générale, l'annulation de la force de gravité à l'intérieur d'un ascenseur en chute libre.

« La plupart des idées fondamentales de la science sont essentiellement simples et peuvent en général être exprimées dans le langage que tout le monde comprend. Mais pour suivre ces idées de près, il faut être en possession d'une technique très raffinée d'investigation. Les mathématiques comme instrument de raisonnement sont nécessaires si nous voulons tirer des conclusions qui peuvent être comparées avec l'expérience.

Aussi longtemps que nous nous occupons seulement d'idées physiques fondamentales, nous pouvons nous passer du langage mathématique... Les idées doivent plus tard revêtir la forme mathématique d'une théorie quantitative, pour rendre possible la comparaison avec l'expérience... La simplicité mathématique de l'ouvrage de De Broglie, est vraiment admirable. Au moment où son ouvrage parut, la technique mathématique d'autres théories physiques était comparativement très subtile et compliquée. La mathématique traitant le problème des ondes de matière est extrêmement simple et élémentaire, mais les idées fondamentales sont profondes et d'une immense portée... »

2. Le programme d'Einstein

Presque simultanément la même année, et par deux fois au moins, Einstein avait publié des contributions majeures en mécanique classique relativiste et en mécanique quantique. En 1905, c'étaient d'une part, la relativité restreinte, et d'autre part, l'introduction de la particule de lumière, qualifiée ensuite de photon, et qui lui valut le prix Nobel en 1921. En 1916, c'étaient, d'une part la relativité générale, et d'autre part, l'émission stimulée de lumière, qui a servi de base pour la conception des lasers. On peut donc penser que dans son raisonnement, la physique classique, déterministe, et la physique quantique, statistique ou probabiliste, avaient un fondement commun. Cela expliquerait qu'il se soit rapidement consacré à la recherche d'une théorie unitaire.

Elle devait se situer dans le prolongement de ses découvertes, à la jonction des propriétés de la masse et de l'énergie, de la matière et de la lumière, de la particule et du champ.

« Nous avons deux réalités : la matière et le champ. Il est hors de doute que nous ne pouvons pas à présent concevoir que toute la physique puisse être bâtie sur le concept de matière, comme le croyaient les physiciens du début du 19ème siècle... Ne pourrions-nous rejeter le concept de matière et construire une physique basée uniquement sur le champ ?... Nous pourrions regarder la matière comme des régions dans l'espace où le champ est extrêmement intense. Il n'y aurait pas de place, pour notre nouvelle physique, tout à la fois pour le champ et pour la matière, le champ étant la seule réalité... Ce qui me paraît certain, c'est que dans une théorie cohérente, ne doit apparaître, à côté du concept de champ, le concept de particule. La théorie toute entière doit être basée uniquement sur des équations aux dérivées partielles et leurs solutions sans singularité... »

Actuellement, pour le modèle standard, l'univers physique est constitué de particules, à la fois pour la matière et pour ses interactions. Pour le programme d'Einstein, c'est le

champ continu, se propageant à la vitesse de la lumière, qui doit servir de base générale, pour la matière et pour les interactions. La matière n'en constitue qu'une petite région d'amplitude localement plus importante (un « champ à bosse » selon Louis de Broglie).

Après la disparition d'Einstein en 1955, les nouvelles connaissances expérimentales et théoriques ont confirmé et validé son programme, des points de vue :

- **expérimental** : depuis 1960, l'Organisation Internationale de Métrologie Légale a remplacé les étalons matériels d'espace et de temps, en usage depuis deux siècles, par des radiations du champ électromagnétique. Elle a admis la vitesse de la lumière comme une constante fondamentale « pure », avec une valeur numérique rigoureusement fixée ;

- **théorique** : les théories quantiques relativistes admettent que l'ensemble de la matière, sur terre, et dans l'univers, est composée généralement d'atomes, dont la masse principale, celle du noyau, est formée de protons et de neutrons, chacun avec une masse d'environ 940 Gev. Or, ils sont constitués de 3 quarks, particules matérielles dont la somme des masses est de 12 Gev, soit 1 % du total. Les 99 % sont dus à l'énergie des gluons, c'est-à-dire à des particules d'interaction qui se propagent à la vitesse de la lumière, et décrites par un champ relativiste de vitesse c . Ainsi, un proton n'est pas un grain de matière rigide, mais une *région dans l'espace où le champ de vitesse c est extrêmement intense*, et en oscillation ;

- **technologique** : de manière générale, les nouvelles technologies évoluent dans le sens du programme d'Einstein, quand elles substituent progressivement, et presque systématiquement, des dispositifs électroniques, basés sur le champ électromagnétique, aux différents moyens mécaniques, à base matérielle. Il est significatif que le terme *dématérialisation* désigne le remplacement de supports de documents, comme le papier, par des enregistrements informatiques.

3. Compléter la mécanique quantique

Malgré les indéniables succès théoriques et expérimentaux de la théorie quantique, et qu'il reconnaissait, Einstein était toujours resté insatisfait, car il l'estimait incomplète.

« Le caractère statistique de la présente théorie devrait être une conséquence nécessaire de la description incomplète des systèmes en mécanique quantique, ... Par dessus tout, cependant, le lecteur devrait être convaincu que je reconnais entièrement les très importants progrès que la théorie quantique statistique a apporté à la physique... Les relations qui y sont contenues sont, à l'intérieur des limites naturelles fixées par les relations d'indétermination complètes. Les relations formelles qui sont fournies par cette théorie – son entier formalisme mathématique – devra

probablement être maintenu sous la forme d'inférences logiques, dans toute future théorie utile. »

En mécanique quantique, l'équation fondamentale de Schrödinger, non relativiste, est en effet incomplète : l'énergie propre d'une particule individuelle, $E_0 = m_0 c^2$, y est éludée ou cachée. Elle reste constante, et indépendante du mouvement et des interactions. Seules les énergies cinétique et potentielle, hétérogènes et extérieures à la masse, interviennent.

Quand on en tient compte dans l'énergie totale, $E = mc^2 = m_0 c^2 + E_c$, des propriétés physiques complémentaires apparaissent, comme le spin, avec l'équation de Dirac, ou la création-annihilation et la seconde quantification avec la théorie quantique des champs, conduisant au modèle standard. Les particules fondamentales massives y sont ponctuelles, avec par conséquent une densité d'énergie propre infinie. Elles sont décrites par des fonctions de champs ψ , du genre temps.

On peut montrer [1-8] que le programme d'Einstein permet de le compléter par des fonctions d'amplitude u , du genre espace, et dont dérivent formellement :

- la distribution de Dirac dans l'approximation ponctuelle,
- le principe de conservation de l'énergie-impulsion,
- le principe variationnel de moindre action,
- l'interaction électromagnétique,
- l'invariant adiabatique, formellement identique à la constante de Planck,
- l'interaction gravitationnelle.

4. Contribution au programme

Conformément au programme d'Einstein, il est possible de « construire une physique basée uniquement sur le champ », et dont découlent les propriétés de la matière. Dans ce but, l'équation de d'Alembert sert de conjecture pour décrire la structure d'un champ scalaire ε , se propageant à la vitesse de la lumière.

4.1 Cinématique des champs stationnaires

On montre alors [1-8] que les champs stationnaires, de fréquence constante, ont des propriétés cinématiques formellement identiques à celles de la matière isolée en mécanique relativiste, et que la transformation de Lorentz, est spécifique des champs stationnaires du champ, par comparaison avec les champs progressifs.

La superposition d'ondes avancées et retardées, de même fréquence ω_0 , forme une onde stationnaire, $\varepsilon = u(x_0)\Psi(t_0)$. Les variables de temps et d'espace séparées, montrent qu'elle oscille sur place, définissant un repère au repos. Si les fréquences composantes ω_1 et ω_2 sont différentes, l'onde stationnaire est formée dans un repère en mouvement de vitesse $v = \beta c = (\omega_1 - \omega_2)/(\omega_1 + \omega_2)c$. Par identification, on obtient directement la transformation de Lorentz. Le formalisme de Minkowski exprime l'invariance cinématique des propriétés des champs stationnaires au repos, au prix de l'occultation des propriétés physiques sous-jacentes, comme la spécificité des champs stationnaires vis-à-vis des champs progressifs, ou la définition du coefficient β comme une différence relative, donc inférieure à l'unité.

La fonction d'amplitude $u(x_0)$ vérifie l'équation de Helmholtz, du genre espace, $\Delta u(x_0) + k_0^2 u(x_0) = 0$. Dans l'approximation de l'optique géométrique, où les longueurs d'ondes infiniment petites sont occultées, et où seuls les effets moyens se manifestent, la fonction d'amplitude se réduit à une distribution $\delta u(x_0)$. Sa position x_0 définie où l'amplitude est maximum et vérifie $\nabla_0 u(x_0) = 0$.

4.2 Dynamique des champs presque stationnaires

Comme les solutions de l'équation de d'Alembert ne peuvent pas s'étendre physiquement à l'infini, elle doit être complétée par des conditions aux limites, homogènes au champ. Elles sont assurées par des paquets d'ondes, qui définissent les conditions de Fourier.

Quand la variation de fréquence est très petite $\Delta\omega = 2\beta\omega \rightarrow 0$, elle peut être considérée comme une perturbation $\beta\omega = \delta\omega$. Un paquet d'ondes peut alors être assimilé à une onde presque monochromatique, de fréquence $\Omega(x,t)$, très légèrement variable autour d'une valeur constante ω . Cette variation adiabatique conduit à des ondes presque stationnaires, dont les propriétés dynamiques sont formellement identiques à celles de la matière en interaction. On en déduit :

- les lois de conservation de l'énergie-impulsion, pour la matière et pour les interactions,
- les variations adiabatiques de leur densité d'énergie respectives, $u^2 = I\omega$ et $\delta U^2(x,t) = I\delta\Omega(x,t)$, correspondant formellement à leur quantification,
- le principe variationnel de moindre action et les lagrangiens,
- l'interaction électromagnétique, liée aux variations locales de fréquences $\delta\Omega(x,t)$,
- l'interaction gravitationnelle, liée aux variations locales de la célérité du champ $\delta C(x,t)$.

4.3 Dualité onde-particule

L'existence de deux fréquences, l'une principale ω , constante et élevée, et l'autre de modulation ou de perturbation $\delta\Omega(x,t)$, variant localement et beaucoup plus petite, aussi bien pour les ondes presque stationnaires que pour les ondes progressives presque monochromatiques, entraîne que les champs ε peuvent vérifier simultanément, l'approximation de l'optique géométrique pour ω , et ondulatoire pour $\delta\Omega(x,t)$.

Par transposition formelle, la matière et les interactions peuvent présenter un comportement expérimental dual : en se déplaçant sous la forme de particules le long de trajectoires, avec une densité d'énergie principale $u^2 = I\omega$, et en étant en relation avec les limites expérimentales, sous la forme d'ondes, avec une densité d'énergie de perturbation $\delta U^2(x,t) = I\delta\Omega(x,t)$.

Références

Elbaz, Claude. Gravitational and electromagnetic properties of almost standing fields. *Discrete & Continuous Dynamical Systems-Series B*, 2012, vol. **17**, n° 3, p. 835. <https://dx.doi.org/10.3934/dcdsb.2012.17.835>

Elbaz, Claude. Sur les programmes d'Albert Einstein et de Louis de Broglie. Une contribution. *Annales Fondation Louis de Broglie*. 2013, vol. **38**, p. 195. <http://aflb.ensmp.fr/AFLB-38/aflb38lm758.htm>

Elbaz, Claude. Wave-particle duality in Einstein-de Broglie programs. *Journal of Modern Physics*, 2014, vol. **5**, n° 18, p. 2192. <https://dx.doi.org/10.4236/jmp.2014.518213>

Elbaz, Claude. Gravitation and Electromagnetism Conciliated Following Einstein's Program. *Journal of Modern Physics*, 2015, vol. **6**, n° 05, p. 660. <https://dx.doi.org/10.4236/jmp.2015.65072>

Elbaz, Claude. On Einstein's Program and Quantum Mechanics. *Applied Physics Research*, 2015, vol. **7**, n° 6, p. 126. <https://dx.doi.org/10.5539/apr.v7n6p126>

Elbaz, Claude. On Einstein's Program and Quantum Theory. *Fundamental Journal of Modern Physics*, 2015, vol. **8**, n° 2, p. 125. Publié en ligne : <http://www.frdint.com/>

Elbaz, Claude. On Einstein's Program and Maxwell's Equations. *Journal of Applied and Advanced Physics*, 2015, vol. **1**, n° 1. <http://crescopublications.org/pdf/jaap/JAAP-1-001>

Elbaz, Claude. On Einstein's Program and Quantum Double Slit Experiment. *Studies in Engineering and Technology*, 2016, vol. **3**, n° 1, p. 91. <https://dx.doi.org/10.11114/set.v3i1.1730>