

La physique après la découverte des ondes gravitationnelles :

L'occasion d'un renouveau inespéré.

Une victoire des concepts du 20^e siècle ?

Nous savons tous que la physique a fait des progrès considérables au cours du 20^e siècle. Elle a permis un développement extraordinaire de la technologie et des systèmes. Au début du 21^e siècle, la théorie de la relativité et la mécanique quantique semblent définitivement validées, même si certains physiciens reconnaissent l'existence de problèmes de compatibilité entre ces deux théories.

Devrions-nous dire, comme Lord Kelvin en 1900, "*Il n'y a plus rien à découvrir en physique aujourd'hui, tout ce qui reste à faire est d'améliorer la précision des mesures*" ? Il n'est pas surprenant que ce remarquable physicien ait pensé cela. Ne savons-nous pas qu'au cours du temps toutes les théories s'affinent et deviennent de plus en plus sûres d'elles-mêmes et dogmatiques ?

Au cours du 20^e siècle, les deux théories de la relativité et la théorie quantique n'ont pas échappé à ce travers. Après avoir été initialement très contestées, elles ont caché derrière un dogmatisme de plus en plus rigoureux leurs inévitables failles. Elles sont tellement incontestables qu'aujourd'hui l'Académie des Sciences refuserait d'examiner une nouvelle théorie si elle n'était pas "généralement covariante", c'est-à-dire compatible avec la théorie de la relativité générale !

Présentée comme "la victoire finale" des concepts de la physique du 20^e siècle, la découverte expérimentale des ondes gravitationnelles en serait-elle la preuve définitive ? Au contraire, comme au début du 20^e siècle, cette validation expérimentale ne devrait-elle pas nous conduire à mener de nouveaux travaux, et à approfondir les concepts ayant présidé à leur élaboration ?

Les ondes gravitationnelles : Une nécessité théorique ?

L'électromagnétisme introduit deux notions essentielles : le champ électrique et le champ magnétique. Ces deux champs sont associés dans les équations de Maxwell qui permettent de les décrire localement sur la base de sommes d'ondes se propageant à une vitesse "c", dite vitesse de la lumière, érigée au rang de constante universelle. Les vibrations longitudinales, qui semblaient impossibles à générer et à observer, étaient niées ou simplement ignorées par les physiciens.

Nous savions que les ondes optiques sont déviées par les champs de gravitation. Ce phénomène a été vérifié expérimentalement depuis plus d'un siècle. Malgré cela, la relativité générale ne pouvait renoncer à son principal postulat : ***les lois de la physique sont les mêmes en tout point de l'espace***. En fait, elles n'ont cette invariance que grâce à un artifice : la modification locale des unités de mesure qui impose l'abandon de la géométrie euclidienne, base de tous nos raisonnements.

Ce choix, très pénalisant, a conduit à des calculs d'une extrême complexité. Ceci limite fortement l'intérêt pratique de cette théorie, dès lors que les problèmes à étudier sont complexes. N'est-il pas temps de d'oublier ce postulat et de construire une nouvelle physique, réellement ondulatoire, associant champs électriques, magnétiques et gravitationnels ?

La détection des ondes gravitationnelles :

La détection de ces ondes à l'aide de très grands interféromètres nous apporte des éléments essentiels à la construction d'une nouvelle physique ondulatoire. De nombreux documents publiés sur

INTERNET présentent les signaux émis par la collision de trous noirs. Les mesures faites par ces interféromètres correspondent parfaitement aux modélisations faites par les astrophysiciens.

Leurs résultats confirment donc clairement l'existence de ces ondes, mais surtout les intuitions des physiciens. En effet, les signaux observés par les deux détecteurs LIGO pendant la centaine de millisecondes que durent ces collisions confirment des points essentiels :

- Il existe un décalage temporel entre les signaux détectés par les deux interféromètres,
- Ces temps d'arrivée correspondent à un même événement observé optiquement par ailleurs,
- Enfin, les différences entre les mesures sont cohérentes avec la direction d'arrivée.

Les ondes gravitationnelles sont donc des ondes se propageant à la même vitesse que la lumière. Alors que les ondes électromagnétiques sont des ondes transverses, les ondes gravitationnelles ne peuvent qu'être que des ondes longitudinales. L'ensemble de ces ondes correspond alors aux trois directions de vibration possibles de l'Éther, leur milieu de propagation commun (deux vibrations transverses orthogonales et une longitudinale).

L'indispensable mise en cause de nos modes de pensée :

La confirmation expérimentale de l'existence des ondes gravitationnelles nécessite de notre part une réflexion sur la cohérence de nos concepts de la physique. Devons-nous traiter différemment ces ondes et les ondes électromagnétiques ? Sont-elles analogues ou de nature différente ?

À mon avis, influencés par les thèses relativistes, les physiciens ont fait une grave confusion que je vais essayer de vous faire comprendre à partir d'un exemple volontairement caricatural.

Considérons un physicien décidant de vérifier l'universalité de la loi de Mariotte. Il réalise un dispositif constitué d'un volume variable et d'un manomètre. Il commence par l'installer à Paris. Il suit alors un protocole expérimental rigoureux. Pour cela, il commence par étalonner son manomètre en faisant le vide, puis en laissant la pression atmosphérique entrer dans le dispositif. Après avoir refermé son dispositif, il peut vérifier la loi de Mariotte en faisant varier le volume d'air emprisonné et en mesurant la pression (bien évidemment, je suppose la température stabilisée entre les mesures successives de pression).

Supposons que, pour confirmer l'universalité de la loi ainsi vérifiée, il se déplace au Pic du Midi et refasse l'expérience, en respectant le même protocole expérimental. Il constate que la loi de Mariotte est bien conservée. Cette loi est donc bien une loi universelle, mais ceci n'implique pas que la pression atmosphérique soit la même à Paris et au Pic du Midi.

Cet exemple caricatural correspond à une erreur bien difficile à éviter. Ainsi, les expériences interférométriques, ou les "expériences de pensée" proposées comme preuves de la théorie de la relativité, présentent de nombreuses lacunes conceptuelles. Les dimensions d'un interféromètre de Michelson sont-elles indépendantes de sa vitesse de déplacement ? La contraction relativiste des corps est-elle réelle ou apparente, les lois de Descartes sont-elles valides dans un repère mobile ?...

Un autre exemple particulièrement intéressant correspond à l'utilisation du principe d'équivalence pour calculer la déviation gravitationnelle de la lumière. Dans son article initial, Einstein n'avait obtenu que la moitié de la déviation qui sera observée expérimentalement. Il aurait trouvé la valeur exacte s'il avait compris que son repère mobile était implicitement construit sur des mesures optiques de distances, et donc qu'il était déformé par l'accélération [1].

Comme dans l'exemple caricatural de la loi de Mariotte, l'observateur a étalonné son repère en supposant la propagation de la lumière isotrope. Admettons l'existence d'un repère euclidien sous-jacent, et dans ce repère, une onde se propageant dans une direction orthogonale à un champ de gravitation uniforme. En raison du ralentissement gravitationnel de la vitesse de la lumière, la distance entre les fronts d'ondes est d'autant plus faible que le champ de gravitation est élevé. Inversement, dans un repère lié à l'observateur, et construit sur la base de mesures optiques, ces distances sont inchangées. Dans le cas particulier d'un champ de gravitation uniforme, ces deux repères sont superposables par modification de l'unité de temps. Le principe d'équivalence peut être adopté. Dans tous les autres cas, et en particulier lors du calcul de la courbure des rayons optique dans un champ non uniforme, cette approximation ne peut être faite.

Il faut donc être particulièrement circonspect dans l'utilisation des concepts relativistes. L'universalité d'une loi de la physique dans un petit domaine ne peut être étendue à l'espace complet sans d'innombrables précautions. Même si déterminer des propriétés physiques locales est utile, seule la référence à un espace-temps euclidien sous-jacent permet de raisonner juste.

Enfin, les étudiants et les chercheurs doivent se sentir libre de rêver à une nouvelle physique. Ils ne doivent pas se sentir obligés de respecter des dogmes abstraits sans en comprendre les raisons profondes. Ceci ne peut que les faire fuir ou étouffer leur créativité. Les étudiants doivent apprendre une physique plus humaine, faillible et révisable, tributaire d'accidents de l'histoire. En un mot, ils ne doivent pas penser naître trop tard dans un monde trop vieux.

La relecture nécessaire des nombreux opposants :

Malgré le discours officiel des théoriciens, de nombreux chercheurs, rebutés par le dogmatisme des physiciens relativistes et quantiques, ont cherché à les mettre leurs théories en défaut. Ils ont souvent réalisé, avec des moyens très limités, des expériences dont les résultats auraient mérité d'être pris en compte et qui auraient dû être refaites avec de plus gros moyens. Je vous incite à étudier celles faites ou décrites par Maurice Allais [2], par Hector Múnera [3] et bien d'autres chercheurs dans le monde, et à en imaginer d'autres réalisables dans vos laboratoires.

Pourquoi imaginer une nouvelle physique ?

J'avais montré, dans une présentation faite à l'URSI en 2011 [4], que de nombreux résultats, devenus des vérités incontestables, n'étaient en réalité que les conséquences d'idées a-priori ou des interprétations d'expériences, mais en aucune manière des preuves scientifiquement établies.

J'avais mis en cause la capacité de VIRGO à détecter des ondes gravitationnelles. Je dois reconnaître que les améliorations de ses performances intervenues depuis, et la réalisation des interféromètres LIGO aux USA, ont permis de détecter ces ondes gravitationnelles. Cependant, je continue à penser que ces instruments n'auraient pas dû être appelés "interféromètres de Michelson", ce qu'ils ne sont pas. La description rigoureuse des dispositifs expérimentaux, des bases conceptuelles sur lesquels ils sont construits, serait absolument nécessaires à la compréhension de leurs résultats.

Par ailleurs, j'avais montré qu'il est très rare qu'un résultat expérimental impose l'adoption d'une théorie. Pour cela, j'avais retenu deux exemples. Le rayonnement du corps noir et l'accélération du BIG-BANG. Poincaré avait démontré que le rayonnement de corps noir n'était pas explicable sans faire intervenir une non-linéarité [5]. Cependant, ce résultat théorique n'imposait pas le choix de l'hypothèse de Planck. De même, les expériences dites "d'intrication de photons" n'imposent pas l'existence de celui-ci comme "particule" mais seulement comme quantum d'action.

Ces exemples montrent qu'un manque de rigueur mathématique fait prendre à un chercheur des risques d'erreur considérables. N'est-il pas naturel que, persuadé d'avoir fait une grande découverte et brûlant d'impatience, il néglige de faire un examen critique des faits et d'envisager toutes les explications possibles ?

Ne devrions-nous pas chercher, en permanence, à découvrir si des explications nouvelles, ou d'anciennes rejetées pour des raisons oubliées, ne rendraient pas compte aussi bien ou même mieux des résultats expérimentaux que les théories les plus reconnues ?

Le choix d'une physique ondulatoire :

Les motivations des physiciens sont loin d'être celles des entrepreneurs et des hommes politiques. Même s'il leur arrive de chercher à concrétiser par des développements industriels les résultats de leurs travaux, ils sont avant tout motivés par l'envie de comprendre. N'est-il pas valorisant de comprendre ce qui est mystérieux et de faire ce qui est impossible ?

La découverte des ondes gravitationnelles n'est-elle pas une occasion exceptionnelle de repenser la physique moderne ? Que pourrait être cette nouvelle physique ondulatoire ? Compte tenu de mon expérience professionnelle, je vous propose le rêve d'un radioélectricien attaché aux représentations non-quantiques des rayonnements. Mes grands choix seraient les suivants :

- En premier, je donnerais la priorité aux aspects ondulatoires, en reconnaissant l'existence d'un milieu de propagation que j'appellerais, un peu par provocation, l'Éther. Ceci permettrait de donner une signification réelle au courant de déplacement, réputé fictif, apparaissant dans les équations de Maxwell et à la densité locale d'énergie associée aux champs.
- Ensuite, je donnerais aux potentiels électriques et gravitationnels des statuts comparables, les potentiels électriques et magnétiques étant liés à des ondes transverses d'une part, et le potentiel gravitationnel à des ondes longitudinales.
- Enfin, après avoir réintroduit l'Éther, devenu le milieu de propagation de toutes les ondes, je proposerais le choix d'un repère euclidien sous-jacent. Sauf preuve du contraire, toutes les ondes se propageraient dans ce milieu à la même vitesse qui dépendrait d'un potentiel à l'origine de la courbure gravitationnelle des rayons lumineux.

Ce choix est analogue à celui adopté en acoustique aérienne ou sous-marine. Tous les phénomènes physiques seraient décrits dans cet espace-temps " réel", observé à l'aide des ondes électromagnétiques. Les grandeurs physiques dans ce repère sous-jacent seraient obtenues par déconvolution, puis validées en utilisant les lois de propagation des ondes et en calculant les durées et distances apparentes observables à l'aide d'horloges et de mesures optiques. Ceci ne serait en réalité que le choix d'utiliser des techniques couramment utilisées en recherche pétrolière dans un milieu extrêmement complexe.

Les particules seraient des solutions de ces nouvelles équations de propagation non linéaires associant les ondes inévitablement associées. Un simple électron a en effet une charge électrique, un champ magnétique et une masse correspondant à son énergie. Même si cette tâche dépasse largement nos capacités de calcul actuelles, toutes les particules stables ou instables pourraient alors, au moins en théorie, être décrites à partir de ces seules équations ...

Des énigmes scientifiques réputées insolubles seront alors résolues. Pourquoi le mystère étudié par Maurice Allais que constitue depuis déjà longtemps la loi de Titius-Bode [6] ne serait-il pas élucidé grâce à une représentation ondulatoire des champs de gravitation ?

Refuser la science médiatique :

Notre société médiatique est à la recherche du sensationnel et de l'insolite. La physique du 20^e siècle ne pouvait qu'être de son temps. Il était donc inévitable que des "vulgarisateurs" aient popularisé, sans les expliquer, des théories parfois extravagantes, notamment en cosmologie, et qu'ils aient trouvé un public, même dans des milieux scientifiques.

Il est plus grave de constater que des expériences soient présentées comme des preuves irréfutables des nouvelles théories, alors que les faits pouvaient être aussi bien expliqués par les anciennes théories. J'ai constaté avec effroi que le programme de physique, en classe de terminale, présente à l'appui du discours officiel une célèbre expérience d'interférences sur électrons uniques réalisée pour la première fois en 1961. Il laisse les étudiants imaginer, sans doute involontairement, qu'il s'agit de propriétés mystérieuses de la matière.

Cette expérience de diffraction est censée illustrer la dualité onde particule, une propriété quasiment "magique" des électrons qui pourraient interférer avec eux-mêmes ! En affirmant que les particules sont des solutions particulières d'une équation des ondes, la physique du 21^e siècle expliquera simplement ces effets qui ne sont absolument plus paradoxaux.

L'énergie de l'électron sera celle de ses champs (essentiellement son champ électrique), extérieur à la particule proprement dite. Celle-ci, analogue au cœur d'un cyclone, et ne contiendrait pratiquement pas d'énergie. Si l'électron traverse le masque, une partie de son énergie électromagnétique est réfléchiée et une autre reste attachée à lui. Quelle soit la trajectoire de la particule "électron", qu'elle soit réfléchiée par le masque, absorbée ou transmise par l'une des fentes, son champ ne peut que passer simultanément par les deux fentes et sa trajectoire modifiée.

L'énergie et sa quantité de mouvement de l'électron sont alors réparties entre les deux faces du masque, que la particule traverse ou non le masque. Cette explication n'est-elle pas plus satisfaisante que l'introduction d'une longueur d'onde sans signification physique ?

Attirer à nouveau les esprits les plus brillants :

Nous savons que les étudiants sont de moins en moins nombreux à choisir d'entreprendre des études scientifiques. Ceci est certainement partiellement dû à la mondialisation des entreprises et au développement du commerce international qui offre de nombreux débouchés dans les services. Dans ce contexte, le "management", en offrant de brillantes perspectives de carrières ne peut qu'attirer les plus dynamiques des étudiants.

Dans le domaine de la recherche scientifique, cette même mondialisation réduit la place des chercheurs dans leur propre université. Petites mains travaillant dans un gigantesque projet international, ils sont souvent réduits à un rôle subalterne et n'ont aucun contrôle du projet. Que pouvez-vous décider quand vous appartenez à une équipe de 500 chercheurs appartenant à 50 pays ?

Dans l'industrie, les ingénieurs ne s'intéressent pas aux grandes théories. Un spécialiste des gyroscopes LASER m'avait présenté ses équipements et leur principe. En réponse à une question, il m'avait répondu qu'il existait une théorie relativiste de ces gyromètres, mais qu'il ne l'utilisait pas. Quel est l'intérêt d'une théorie si elle n'a pas d'applications pratiques ? Les grands progrès techniques n'ont-ils pas été très souvent dus à des passionnés qui ont eu des idées simples ?

L'observation expérimentale des ondes gravitationnelles ne doit-elle pas être l'occasion d'une révision profonde de la physique moderne ? Pouvoir représenter de façon ondulatoire toute la matière

et construire, à partir d'observations optiques, un espace euclidien sous-jacent doit révolutionner la physique en lui apportant la rigueur scientifique qui lui fait souvent défaut ?

Le remplacement de dogmes et de formalismes abstraits qui ont envahis la physique par des lois universelles valides dans un espace euclidien sous-jacent devrait permettre un renouveau de la physique et attirer de nombreux étudiants.

Enfin, le rejet du cloisonnement excessif des disciplines, conséquence inévitable du mode de fonctionnement de ce que nous appelons "la communauté scientifique", stérilise la recherche. Les chercheurs hyper spécialisés, utilisant des vocabulaires différents selon les disciplines, ne bénéficient plus des retombées entre domaines apparemment différents, alors même qu'ils utilisent en réalité des outils mathématiques identiques ou quasi-identiques.

Pierre Fuerxer,

Membre de l'AIRAMA.

[1] la relativité, Poincaré, Planck, Hilbert, par Jules Leveugle, L'Harmattan, 2004,

[2] L'anisotropie de l'espace, par Maurice Allais, Clément Juglar, Mars 1997,

[3] Should the laws of gravitation be reconsidered ?, Hécator A.Munera, Aperion, Montreal,

[4] et [5] URSI France, Journées Scientifiques 2011.

[6] Des très remarquables régularités dans les distributions des planètes et des satellites des planètes, par Maurice Allais, Clément Juglar, 2005.