

Un Univers corpusculaire pour expliquer la Gravitation

Introduction

Comme on le sait, les phénomènes de Gravitation sont interprétés par la théorie de la Relativité Générale qui en rend compte avec une extrême précision .

La Relativité est une théorie axiomatique qui repose sur plusieurs principes dont celui de la continuité qui est inscrit dans son formalisme, ce qui rend celui-ci incompatible avec la Physique Quantique .

Deux grandes études (très pratiquées) ; les Boucles et les Cordes tentent d'établir le lien, sans succès achevé malgré leur ancienneté, toutes deux reposent sur une possible granularité de l'espace et ses constituants dans des ensembles mathématiques complexes .

Nous voulons montrer ici qu'il est possible d'envisager une théorie de la gravitation à partir de notions physiques très simples dérivant de la mécanique la plus classique .

Ceci est obtenu en formulant directement l'hypothèse d'un Espace physique constitué par un fluide quantique (à l'image d'un condensat de Bose-Einstein) ; c'est-à-dire par des « corpuscules » insécables ; les quanta fondamentaux (QF) bien définis, de masse nulle, d'énergie et de dimension infinitésimales et dotés de propriétés coopératives liées à leur qualité de vibreurs .

Nous verrons qu'un tel point de vue peut expliquer les principes sur lesquels repose la Relativité, d'en retrouver les apports, mais aussi permettre d'appréhender le caractère

quantique de la force de Newton et jeter un peu de lumière sur ces « objets noirs » qui sont le reflet de notre ignorance .

Hypothèses de base

Comme tout fluide quantique qui peut être traité comme un condensat, notre espace physique présente plusieurs phases distinctes, au sens thermodynamique du terme et selon l'état dynamique et interactif des QF .

La première phase est un état de mouvement ordonné, collectif et périodique des QF dans une zone microscopique de l'espace, elle prend la forme de vortex dans le condensat . Cette phase correspond à la matière et à l'énergie dites « ordinaires » , on peut aussi la qualifier d'état d'excitation local du fluide pour constituer une particule élémentaire . Cet état est gouverné par l'électromagnétisme (annexe 4), il présente une entropie minimale .

La deuxième phase est, en partie, conséquente à la première ; c'est la phase « gravitationnelle » constituée par des QF soumis à des déplacements microscopiques désordonnés (mouvements Brownien), ce qui confère à l'ensemble un caractère statique aux échelles macroscopiques, dans un état d'entropie maximal .

Enfin la troisième phase, à l'inverse des deux premières, n'est pas une phase totalement collective; les QF qui la constituent sont quasi libres de déplacement à l'image d'un gaz réel, il s'agit donc d'une phase dynamique sans inertie que nous identifierons à l'énergie noire .

Ces trois phases sont interactives et en équilibre, elle cohabitent à un même endroit selon une pondération spécifique, ce qui implique des relations de continuité et d'équilibre au niveau de leurs limites.

Les deuxième et troisième phases constituent le Vide .

Comme l'énergie d'un QF est une constante, quelle que soit la phase, la densité d'énergie du vide est toujours mesurée par une fonction scalaire qui est le nombre de QF par unité de volume .

Notre deuxième hypothèse est la définition du **graviton** ; celle-ci provient de l'équilibre entre une particule élémentaire (phase 1) et la phase 2 du vide ; nous supposons que cet équilibre entre les deux phases repose sur l'échange périodique d'un module d'action (h) dû à l'absorption d'un QF du vide par la particule . L'intervalle de temps entre deux échanges est égal à la période du mouvement de cette particule . Cette réaction provoque un déficit de QF qui se propage dans la phase 2 de proche en proche et selon une onde solitaire de période identique à celles de la particule ; c'est le graviton . L'onde du graviton est une onde « libre » , tout comme celle du photon, elle se déplace à la vitesse c , les gravitons ont tous la même impulsion ($muoc$) qui caractérise leur aspect corpusculaire .

Nous verrons que le champ gravitationnel est mesuré par le flux de gravitons qui dépend, lui-même, de la densité d'énergie de la phase 2 ; cette énergie est, en fait, l'énergie gravitationnelle attachée aux corps massiques .

La grandeur « temps » garde ici sa désignation classique, mais la mesure et les effets de cette grandeur sont dépendant du champ gravitationnel, comme nous le verrons .

Ces hypothèses ne peuvent être justifiées que par leur conséquences sur l'interprétation de la gravitation, il n'en demeure pas moins que les théories en vigueur des fluides quantiques (condensats , Hélium super fluide ...) ainsi que certains éléments de la théorie des boucles puissent supporter l'interprétation très simple (mathématiquement et dans sa représentation) que nous donnons ici .

Force de Newton

Celle-ci est interprétée par l'échange d'impulsion des gravitons (μ_{oc}) émis par une masse M et les particules de constitution d'une masse M' , la phase 2 en est l'intermédiaire. On calcule d'abord le flux émis par la masse M sachant que chacune des particules élémentaire de constitution émet un graviton par période de rotation qui est l'inverse de sa fréquence quantique .

Les fréquences étant additives, on écrira que le flux est proportionnel à la fréquence quantique Mc^2/h qui, multipliée par l'impulsion d'un graviton (μ_{oc}), va constituer la pression gravitationnelle P_g exercée à la distance r où se trouve la masse M' . Il suffit alors de multiplier P_g par la surface totale de capture de la masse M' soit $N(so)$, ($N = M'/\mu_{oc}$) pour obtenir la force de Newton .

L'identification à la formule de Newton aboutit au calcul de l_0 , soit :

$$l_0 = 2 \text{ rad.} \cdot (hG/c^3)$$

Cette valeur, qui est le double de la longueur de Planck, identifie celle-ci à **la dimension transversale du graviton qui est aussi la dimension du QF**, c'est-à-dire la longueur minimale insécable structurant l'univers de par sa granularité . On note aussi l'extrême petitesse de l'énergie $\mu_0 c^2$, soit environ 10^{-50} Joules) que l'on calcule à partir de P_g .

Ainsi les caractéristiques du « grain » fondamental (le QF) sont infinitésimales et probablement inaccessibles à toute expérimentation directe .

Ces points de vue, qui s'additionnent à la justification de la loi de Newton, nous paraissent de grande importance car ils donnent, pour la première fois, un sens physique à cette longueur de Planck tout en rendant compte du fait qu'il s'agit d'un véritable « mur » limitant notre perception de l'infiniment petit .

Le développement précédent montre que la force de Newton dérive d'une interaction quantique qui est l'échange d'impulsion entre un graviton émis par la masse M et une particule élémentaire de la masse M' .

Comme cette réaction se produit un très grand nombre de fois, dans un même instant, pour des masses macroscopiques ; ce caractère quantique ne nous apparaît pas, il existe néanmoins à l'échelle la plus infinitésimale possible qui est celle de Planck .

Principe d'équivalence

Cette interprétation corpusculaire de la loi de Newton donne aussi une démonstration au principe d'équivalence. En effet, comme nous l'avons vu, le flux de gravitons créé par une masse définit son champ gravitationnel (effet « masse grave »), il est déterminé par la somme des fréquences quantiques (ν) de toutes les particules constituant cette masse, or cette somme mesure aussi la totalité de l'énergie-matière de cette masse (« masse pesante ») de par la relation $Mc^2 = h \sum \nu$

Principe fondamental de la dynamique

Cet effet, appliqué à la loi de Newton, dirige le mouvement des astres .

Là aussi, l'échange d'impulsion entre les gravitons émis par la masse M , considérée comme fixe, et les particules élémentaires (de masse m_e) de la masse mobile M' , provoque un déplacement différentiel (dl) à la vitesse (dl/dt) de celles-ci qui se cumule avec les écarts différentiels du temps dt entre deux impulsions .

C'est la définition même d'une accélération pour la masse M' , qui est donc proportionnelle à la force de Newton .

Cette accélération est aussi inversement proportionnelle à M' car on a $dl/dt = \mu_{oc}/m_e$ et la masse M' a évidemment la même cinétique que m_e qui en est un constituant.

Ceci démontre le principe qui se traduit par la relation

$$F = M' \gamma$$

Courbure de l'Espace

L'échange d'impulsion d'un graviton ne se limite pas aux particules élémentaires statiques, il peut s'opérer entre les gravitons eux-mêmes, ce qui entraîne une déviation de leurs trajectoires . C'est cet échange qui confère à la phase 2 son caractère « Brownien » du à des mouvements en saccades des QF qui la constituent et provoqués par le passage des gravitons qui ne sont que des lacunes mobiles dans cette « mer » de QF ,

Nous postulons que cet échange d'impulsion est quantifié et provoque un décalage de trajectoire du graviton de valeur $2l_0$, qui est le diamètre de la section de ce graviton .

Ainsi, lorsqu'un graviton passe à proximité d'une masse M, il subit un certain nombre de « chocs » attractifs dus au flux émis par cette masse qui le rapprochent chacun de $2l_0$ du centre de masse M .

Dans un élément de longueur dl , ce graviton subira un nombre de chocs n proportionnel au flux , rapprochant ainsi sa trajectoire de $2nl_0$, ce qui entraîne un angle de courbure différentiel $d(\alpha) = 2nl_0/dl$. L'angle de courbure total A sera obtenu par intégration sur tous les éléments de longueur dl de la trajectoire hyperbolique, ce calcul est donné en annexe 1; il conduit à la valeur

$$A = 4GM/c^2 r$$

r est ici la plus petite distance de la trajectoire au centre de masse M

On peut associer à ce résultat une courbure locale

$$C = 4 GM/c^2 r^2$$

Ce qui montre que cette courbure est équivalente au champ gravitationnel, on recoupe ainsi le résultat de la Relativité .

De ce point de vue, la courbure locale est due à l'interaction mutuelle des gravitons dirigée par l'asymétrie dans la phase 2 produite par la proximité d'une masse .

Déviations de la lumière par les masses

Un photon peut être considéré comme un « paquet structuré » de QF () se déplaçant à la vitesse c , ce qui correspond à un ensemble de gravitons parallèles . Le même calcul (annexe 1) lui est donc applicable ; le photon a la même trajectoire courbée que le graviton .

Ceci montre l'équivalence complète de notre résultat à celui obtenu par la Relativité .

Nous terminons ce paragraphe en répondant à la question : Pourquoi peut-on parler de courbure de l'Espace ?

De par la Relativité, la définition de la géodésique entraîne l'appellation de « l'espace courbe » de Minkowski .

Nous pensons à une justification encore plus forte ; car les trois phases de notre Espace fluide sont soumises à cette courbure.

Le raisonnement précédent s'applique directement aux phases 2 et 3, et pour la phase 1 (matière) , il faut considérer que les particules élémentaires de la matière sont équivalentes à des ondes stationnaires (), ces particules seront alors « courbées » conformément à la courbure locale . .

Pour illustrer cela concrètement ; une règle d'un mètre de longueur, parfaitement horizontale dans un labo terrestre, voit l'altitude de son centre plus grande que celle des extrémités

d'environ un dixième de micron . Cela passe évidemment inaperçu !, la règle est néanmoins très faiblement courbée et d'une longueur légèrement supérieure .

Avance du périhélie de Mercure

Il s'agit, plus généralement, de l'influence de la courbure de l'espace sur l'orbite des planètes .

On sait que l'orbite des planètes est elliptique, se rapprochant le plus souvent du cercle , seul Mercure possède une excentricité notable (0.21) avec un périhélie minimal (moins du tiers de la distance Terre-Soleil) . De plus c'est la planète dont la période de révolution est la plus faible (88 jours) .

L'influence de la courbure due au soleil sur les orbites planétaires est très faible, les données relatives à Mercure permettent, néanmoins, de rendre compte de l'avance séculaire de la position du périhélie de son orbite .

Le principe de calcul de l'annexe 1 peut s'appliquer à la détermination de cette grandeur en considérant l'intégrale curviligne du décalage différentiel de courbure dr/r^2 tout le long de l'orbite elliptique qui est connue avec précision .

L'annexe 2 montre l'obtention de la formule qui recoupe celle obtenue jadis par la Relativité () .

La valeur trouvée pour Mercure est 40 secondes d'angle, elle est en accord avec les mesures les plus récentes qui situent la part de « l'effet relativiste » entre 38 et 41, (), (), la marge d'erreur expérimentale (5%) reste forte en raison de la somme des autres contributions qui concernent l'influence des planètes les plus proches et qui sont plus de 10 fois supérieures à celle de l'effet relativiste .

Dilatation du temps dans un champ gravitationnel

La courbure de l'espace, comme nous l'avons vu sur l'exemple de la règle, s'accompagne de la dilatation du temps ; en effet, le très faible allongement de cette règle fait que la lumière met un peu plus de temps (dt) pour aller d'une extrémité à l'autre .

Le calcul figurant dans l'annexe 2 donne :

$$dt/t = GM/c^2 r$$

dt correspond à un allongement du temps propre (mesuré au niveau de la règle) car c'est la fréquence (et non la vitesse) de la lumière qui varie légèrement sous l'effet du champ gravitationnel, ce que montre les décalages spectraux () .

Les trois objets « noirs »

Cette conception corpusculaire de l'Espace nous semble permettre une première description de ce que sont les « trous noirs », la « matière noire » et « l'énergie noire » .

Les trous noirs

A ce jour, leur justification théorique procède de la Relativité ; c'est une solution des équations d'Einstein qui présente l'inconvénient d'introduire une singularité centrale et qui ne donne aucune information sur la nature de ces objets qui peuplent l'univers .

Nous donnons la représentation suivante : un trou noir est un corps massique dans un état limite tel que son énergie gravitationnelle est égale à son énergie de masse ; on montre alors qu'un rayon lumineux qui atteint sa périphérie se trouve

« piégé » sur cette orbite périphérique qui est un cercle de rayon R (pour un trou noir sphérique) .

On a alors $R = 2 GM/c^2$ (voir annexe 3)

ce qui correspond à la valeur de l'horizon de Schwarzschild .
Si le trou noir est purement gravitationnel, la « matière » qui le constitue correspond à la phase 2 qui peut présenter une très forte densité, c'est, comme nous l'avons dit, une matière déstructurée, d'entropie maximale, constituée par des QF en agitation Brownienne, à une température très proche de 0°K ($T = \mu_0 c^2/k$, soit environ $10^{-27} \text{ }^\circ\text{K}$, k étant la constante de Boltzmann) .

La matière noire

On sait que cette matière représente environ 25% de l'énergie de l'univers, soit 5 fois plus que la matière ordinaire .

Le fait qu'elle soit sensible uniquement à la gravitation la rattache à la phase 2 .

Cette phase est celle des trous noirs mais aussi de l'énergie gravitationnelle des masses « ordinaires » qui la stabilisent .

Peut-elle exister sous forme de particules microscopiques ?

Nous pensons que non car ces particules sont le propre de l'entropie minimale qui caractérise exclusivement la phase 1.

Il reste alors deux possibilités ;

Un état diffus de la phase 2 , plus ou moins stabilisé par la proximité des galaxies et leurs champs gravitationnels ... il se caractériserait par des zones floues d'une densité d'énergie du vide (nombre de QF par mètre cube) au-dessus du niveau moyen .

On peut aussi envisager sa présence sous forme de trous noirs hyper-massifs ($10^{46} \text{ kg} \text{---} 10^{48} \text{ kg}$) (annexe 3) de densité

beaucoup trop faible pour perturber les masses « ordinaires », donc très difficiles à détecter autrement que par une analyse très fine des composantes de déplacement des galaxies à l'intérieur des amas et des mouvements des super-amas . Dans ce cas, la théorie de Milgrom () peut être invoquée ce qui n'exclue aucunement la validité de la Relativité si elle intègre la matière noire dans le tenseur impulsion-énergie .

L'énergie noire

Il s'agit ici de la phase 3 qui contient environ 70% de l'énergie de l'univers et on sait, par ailleurs, qu'elle provoque un effet inverse à la force de Newton, cet effet est à l'origine de l'expansion de l'univers .

Dans la phase gravitationnelle (phase 2), la densité de gravitons reste inférieure à celle des QF à laquelle elle est reliée (annexe 2), on montre qu'il existe une valeur limite inférieure lorsque les deux densités sont égales, celle-ci correspond à la phase 3 de faible entropie . Dans cette phase, les QF ont atteint un degré de liberté suffisant pour agir à l'inverse des gravitons sur les particules de matière .

Cette valeur est atteinte lorsque le champ gravitationnel tend vers zéro car les QF, ainsi rendus quasi-libres, diffusent vers les limites et exercent une pression positive sur les masses, ce qui explique l'expansion de l'espace .

Nous ne développerons pas davantage ce chapitre sur les entités noires, cela conduirait au-delà de l'objectif fixé sur la pertinence d'un univers corpusculaire pour expliquer la gravitation .

Conclusion

L'hypothèse d'un Univers fluide, constitué de corpuscules sans masse, insécables, de dimension infinitésimale et d'énergie extrêmement faible, est tout à fait fondamentale . En effet, nous avons montré que ce milieu peut définir aussi bien la matière (annexe 4) et l'énergie, sous leurs différentes formes, que le Vide et ses propriétés .

Nous pensons aussi que les équilibres interactifs entre les différentes phases de ce fluide sont de nature à expliquer la dynamique globale de l'Univers et l'évolution des différentes formes d'énergie qu'il contient .

Nous avons voulu indiquer, par une ébauche théorique, un aperçu de l'ensemble des interprétations physiques que l'on peut donner à partir de cette hypothèse ; outre la loi de Newton, cet ensemble contient tous les apports de la Relativité mais aussi l'explication des principes sur lesquels elle repose .

Le plus important nous parait être la possibilité de traiter la Gravitation dans un cadre quantique, condition nécessaire pour avancer vers cette grande unification qui est le « graal » de la Physique .

Il resterait à étayer nos hypothèses sur l'Espace par une véritable théorie formelle ..., peut-être faudrait-il pour cela développer une « thermodynamique quantique » qui ne nous semble pas encore exister .

Annexe 1

Annexe 2

Annexe 3

Annexe 4

Dans la phase 1, la notion de mouvement périodique synchrone des QF serait à traiter par l'étude des vortex du fluide quantique à partir de son état fondamental .

Ce sont autant de fonctions d'onde dérivées qui définiraient, chacune, une particule élémentaire de la matière dite « ordinaire » par l'ensemble des éléments de multiplicité et de symétries des mouvements périodiques complexes des QF .

Nous pensons que cette détermination devra être mise en parallèle avec l'électromagnétisme, au sens le plus large, pour justifier la charge électrique élémentaire, le magnétisme et les variantes (forte et faible) de la « force électromagnétique » . Bien sur, tout cela sous-entend la possible acquisition d'une théorie formelle du fluide quantique dont nous avons fait l'hypothèse .

Il est bien possible que cela demande un lourd travail conceptuel, par exemple dans la mise au point d'une thermodynamique quantique, et puis il sera légitime de demander au nouveau formalisme d'intégrer, en cas limite, celui de la Relativité Générale...

Yvan-Claude Raverdy

Aout 2022

