

HISTOIRE DE GRAVITER

L'objectif initial de ce site était de tenter d'établir que la matière a un comportement fractal sur le plan gravitationnel, identique de l'Univers à la pomme de Newton.

En s'appuyant sur la formule d'Einstein relative au comportement de l'Univers, nous avons vu que, après avoir négligé k et λ , cette formule était équivalente à la formule donnant la vitesse orbitale d'un objet autour d'une masse M de densité d , à la distance R de mesure :

$$V^2 = 2GM/R = 8\pi GdR^3 / 3R = 8\pi GdR^2 / 3$$

En ce qui concerne l'Univers, la transformation de Tolman retrouve que :

$$R'^2(t) / R^2(t) = 8\pi G d(t) / 3 \text{ devient :}$$

$$R'^2(t) = 8\pi G d(t) R^2(t) / 3 \text{ avec :}$$

$$2GM_u = 8\pi G d(t) R^3(t) / 3 \text{ en permanence.}$$

Donc V^2 et $R'^2(t)$ expriment le champ gravitationnel respectivement de l'objet $2GM$ en R , et de la fraction d'Univers $2GM_u$ de rayon $R(t)$ et de densité $d(t)$. Cependant si on étudie une fraction de l'Univers « proche », la densité peut être considérée constante. Ainsi $d(t)$ sera remplacée par d .

Nous avons conclu, dans le chapitre « A propos de dérivées » que la dérivée de la masse (exprimée par $2GM$) calculée en R valait $3V^2$, mais que V^2 était la projection unidimensionnelle sur le référentiel orthogonal (Ox , Oy , Oz) de la valeur tridimensionnelle $3V^2$ de la dérivée de la masse, dans le domaine géométrique. En effet, si l'on considère par exemple l'axe (Ox), on constate que la somme des projections des 3 vecteurs $V^2(Ox)$, $V^2(Oy)$ et $V^2(Oz)$ sur (Ox) est égale à $V^2(Ox)$ car la valeur des projections de $V^2(Oy)$ et $V^2(Oz)$ orthogonales à (Ox) est égale à zéro :

$$\text{Sur } (Ox) : \quad V^2(Ox) + V^2(Oy) + V^2(Oz) = V^2(Ox)$$

Donc $\phi(3V^2) = 3\phi(V^2)$ (Voir figure 8 du chapitre « A propos de dérivées » et schéma ci-dessous). Mais sur chaque axe on ne retrouve que V^2 comme somme des 3.

Ceci rejoint d'ailleurs le résultat du « montage » de Poisson, comme il est dit dans ce chapitre, si on pose $x = y = z$.

Une autre manière d'aborder ce problème de dérivée est de considérer la première des équations de Friedman, celle relative à la densité. En effet, il écrit :

$$3 (H^2/c^2 + k/a^2) = 8\pi G \rho/c^4$$

Nous allons reprendre la formule avec nos unités :

R à la place de a .

d à la place de ρ .

Enfin on considérera que $c = 1$.

Nous avons comme définition :

$$H = R'/R \quad \text{donc} \quad H^2 = R'^2/R^2$$

k est admis actuellement égal à zéro. La formule devient :

$$3 R'^2/R^2 = 8\pi G d. \quad \text{Et après une transformation de Tolman :}$$

$$3 R'^2 = 8\pi G d R^2$$

$$\text{Donc} \quad \int_0^R 8\pi G d R^2 = 8\pi G d R^3/3 = 2GM.$$

$3 R'^2$ est donc bien la dérivée de $2GM$.

Le réflexe (naturel) de diviser par 3 les 2 termes de l'égalité $3R'^2 = 8\pi G d R^2$ pour mettre en exergue R'^2 (ou H^2 ?) a donc masqué le fait que $3 R'^2$ était la dérivée de $2GM$.

A choisir, il est donc préférable de retenir la formule de Friedman, qui conduit tout droit à la notion de dérivée de $2GM$, plutôt que celle de Tolman ($R'^2 = 8\pi G d R^2/3$) qui masque cette relation de dérivée.

Au total, il y a 2 questions concentrées en une seule :

-« Quelle est la dérivée de $2GM$? » C'est $3 R'^2$ (ou $3V^2$) (formule de Friedman)

-« Comment $3V^2$ (mathématique) se retrouve en V^2 (physique) ? » Par la projection du vecteur $3V^2$ sur le référentiel orthogonal (Ox, Oy, Oz) en V^2 3 fois, chacun des V^2 étant le seul apparent sur sa direction de référence : $V^2(Ox)$ par exemple.

Ce qui précède concerne donc des objets « macroscopiques », de dimensions très différentes certes, mais d'un comportement identique.

Mais si la Pomme de Newton est une référence historique, il n'y a pas de raison de ne pas essayer d'aller plus loin, dans le domaine microscopique.

Au bout de notre progression, nous en arrivons à considérer le comportement des particules élémentaires.

On nous dit que, en dehors des 3 types de bosons constitués par les 2 connus (photon et gluons) et le troisième hypothétique (graviton) toutes les autres particules ont une masse.

Celle-ci, pour suivre le modèle standard, ne se « matérialiserait » que lorsque les bosons de Higgs interviendraient en se fixant sur la particule considérée. Les particules auraient donc, de manière « constitutive » ou « originelle » une charge, un spin ... mais une masse assujettie à la présence du boson de Higgs.

Cherchons à considérer le problème en admettant une hypothèse : la masse serait A PRIORI une caractéristique constitutive d'une particule, se manifestant en permanence au même titre que la charge ou le spin, donc sans nécessiter la présence du boson de Higgs.

Ainsi, toutes les particules auraient a priori des masses de valeur déterminée pour chacune, dont la définition pourrait être : « caractéristique de la particule, génératrice d'un champ gravitationnel d'une part, et la rendant sensible au champ gravitationnel d'une autre particule d'autre part » comme peut être en quelque sorte la charge sur le plan électrique.

En pratique, avec la matière ordinaire ce champ pourrait être :

- « Ephémère » avec toutes les particules dont la durée de vie est très limitée.
- « Statistiquement négligeable » avec les particules trop rares pour avoir un effet gravitationnel significatif sur les grandes quantités de matière.
- « Effectif » enfin, avec les particules constituantes habituelles permanentes de la matière « ordinaire » : protons, électrons, neutrons (neutrinos ?)

On aurait alors :

$\phi(p)$ = champ gravitationnel du proton

$\phi(e)$ = champ gravitationnel de l'électron

$\phi(n)$ = champ gravitationnel du neutron

Et, dans une masse M contenant P protons (et P électrons pour la neutralité électrique) et N neutrons,

On écrira :

$P \phi(p) = \phi P(p)$: le champ gravitationnel lié aux P protons de la masse M est égal à la somme des P champs d'un proton. De même :

$P \phi(e) = \phi P(e)$

$N \phi(n) = \phi N(n)$

Au total :

$$P \phi(p) + P \phi(e) + N \phi(n) = \phi M$$

Par ailleurs, nous avons vu que, dans le domaine macroscopique, la masse M génère un champ gravitationnel par 2 fonctions :

- Une fonction parabolique intra-massique croissant du centre de gravité jusqu'à la surface où elle atteint sa valeur maximale ($3V^2$) dont la projection unidimensionnelle sur (Ox) s'écrit :

$V^2(Ox) = 8\pi G d R^2/3$ Avec d = densité (masse volumique) et R = rayon de la masse M.

Si on change de volume, la masse change de rayon R et de densité d, mais l'intégrale de $3 V^2$ reste 2GM.

- Une fonction hyperbolique, en s'éloignant de la surface de la masse M, s'écrivant :

$V^2(Ox) = 2GM/R$ où R devient la distance du point de mesure au centre de gravité, sur (Ox)

- La surface de la masse M sera l'interface entre les 2 fonctions, où :

$$V^2(Ox) = 8\pi G d R^2/3 = 2GM/R$$

C'est dans le chapitre « Fermat's spirit » que nous avons vu qu'additionner des masses M_x et M_y pour donner une masse résultante M_z , équivaut sur le plan gravitationnel à additionner les champs respectifs de M_x et M_y pour avoir celui de M_z .

En effet, si $M_x + M_y = M_z$ on a alors, à la surface Z de M_z :

$$2GM_x/Z + 2GM_y/Z = 2GM_z/Z$$

Et à une distance D :

$$2GM_x/D + 2GM_y/D = 2 GM_z/D$$

D'autre part, nous voyons dans la figure 6 de « A propos de dérivées » que la parabole V^2 a une dérivée en R constituée par la tangente à la courbe, qui s'exprime en V^2/R et représente l'accélération (donc la « force gravitationnelle ») imprimée par la masse M à l'objet en R pour Newton.

Pour Einstein, cette déformation induite de l'espace revient à dire que toutes les masses qui auront une tangente de même valeur à leur surface, auront le même pouvoir gravitationnel de surface : un même corps aura à leur surface un « poids » identique si la tangente est la même (figure 7)

En effet, sur la figure 7, on constate que des masses très différentes en valeur, volume et densité ont la même « accélération gravitationnelle de surface » si leurs tangentes sont parallèles : l'objet y pèsera le même poids.

Nous rejoignons ainsi totalement la relativité générale qui prétend que la gravitation n'est autre que la conséquence de la déformation géométrique de l'espace-temps créée par la présence de la matière.

Nous précisons simplement que le champ gravitationnel V^2 est l'expression locale de la dérivée de la masse, dont la force gravitationnelle est elle-même la dérivée, c'est-à-dire la dérivée seconde de la masse, sous forme de l'accélération.

Ainsi, avec : $V^2 = 2GM/R$ la dérivée (ou accélération) s'écrit $V^2/R = 2 GM/R^2$.
Donc $F = M' \cdot V^2/R = M' \cdot 2GM/R^2 = M' \gamma$

Nous retrouvons alors Newton, avec son écriture de la force gravitationnelle, « proportionnelle aux 2 masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance ». En fait, cette écriture équivoque doit être lue différemment :

« $F = 2G M' M/R^2$ » est en fait « $F = M' \cdot 2GM/R^2 = M' \cdot \gamma = M \cdot 2GM'/R^2 = M \cdot \gamma'$ » soit « la force gravitationnelle exercée par M sur M' (et réciproquement) est égale au produit de la masse M' et de l'accélération que lui confère la masse M à la distance R (et réciproquement) ». C'est même la description initiale de la force par Newton, produit d'une masse et de l'accélération imprimée à cette masse (par un moyen quelconque d'ailleurs)

Alors la notion de « carré de la distance » doit être remplacée par celle « d'accélération » qu'il ne faut surtout pas confondre avec la « vitesse ».

Ainsi, des étoiles ayant la même vitesse dans une galaxie spirale répondent toutes à la formule :

$$V^2 = 2GM/R$$

Donc $2GM$ et R croissent parallèlement : « la masse de la galaxie croît harmonieusement avec la distance, du centre à la périphérie » ce qui n'a strictement rien à voir avec la troisième loi de Képler, magnifique exemple de la décroissance de V^2 en fonction de la distance SUR UN OBJET UNIQUE !!(le Soleil, bien sûr !)
Et si l'on confond « vitesse » et « force », c'est une erreur fatale dans le raisonnement.

Tout ceci explique donc fort bien le « plateau » des vitesses stellaires dans les galaxies spirales, ce qui ne plaide pas pour la nécessité de l'existence de la matière noire, tout-au-moins dans ce domaine particulier...

Après cette (grosse) parenthèse, en revenant à la déformation géométrique de l'espace d'Einstein, on peut penser que la déformation de l'espace-temps par la masse M est indépendante de la présence (ou de l'absence) d'un objet quelconque dans les parages de la masse M. Si celui-ci est présent, il suivra passivement la géodésique imprimée dans l'espace-temps par la masse M à la distance R.

On pourrait alors entrevoir ici la dualité de la conception de masse : masse inertielle et masse grave.

Un objet sensé se déplacer « en ligne droite » à vitesse constante en l'absence de tout champ gravitationnel « significatif » (sinon celui de l'Univers entier, comme dans les grands espaces intergalactiques où les géodésiques ont de très grands rayons par faiblesse de valeur du champ) aurait un champ gravitationnel propre créé par sa masse inertielle. Par contre, c'est par sa masse grave que cet objet répondrait à la présence d'un autre corps dans ses parages.

L'équilibre (donc l'égalité) entre les 2 versants de la masse serait obtenu lorsque le corps serait sur une orbite stable autour d'un autre corps, les « forces » grave et inertielle s'équilibrant car répondant à la même formule d'accélération : V^2/R , aussi bien pour la pesanteur que pour l'inertie.

Ainsi, un corps « chute » d'une valeur égale à celle avec laquelle il est « redressé » dans le même temps, la combinaison des 2 phénomènes aboutissant à son maintien sur son orbite. En cas d'équilibre rompu, en appelant F_g la force gravitationnelle et F_c la force inertielle (ou centrifuge) s'exerçant sur l'objet :

- Si l'objet ralentit, alors F_g supérieur à F_c , donc l'objet « tombe »
- Si sa vitesse grandit, alors F_c supérieur à F_g donc l'objet s'éloigne de l'autre corps.

En résumé, la matière aurait un comportement fractal sur le plan gravitationnel, de l'Univers jusqu'aux particules élémentaires, la gravitation quantique n'étant qu'un problème d'échelle.

Le champ gravitationnel émis par une masse quelconque serait égal à la dérivée de cette masse, croissant du centre de gravité jusqu'à la surface où elle atteint une valeur maximale, puis décroissant en fonction de l'éloignement R du point de mesure. Ce champ a pour valeur effective V^2 dans chaque direction de l'espace tridimensionnel, correspondant à la projection tridimensionnelle du vecteur $3V^2$, dérivée mathématique de la masse $2GM$.

La « force » correspondra à la dérivée seconde de la masse, soit $V^2/R = 2GM/R^2 = \gamma$, c'est à dire l'accélération à imprimer à la masse M' pour obtenir :

$$F = M' \cdot 2GM/R^2 = M' \cdot V^2/R = M' \cdot \gamma$$

De même $F = M \cdot 2GM'/R^2 = M \cdot V'^2/R = M \cdot \gamma'$

Au total, la permanence de l'existence et la constance de la valeur de la masse des particules de la matière ordinaire (masse génératrice d'un champ gravitationnel par sa dérivée, mais aussi sensible au champ des autre particules) pourraient donc justifier statistiquement la « régularité » de la mécanique céleste, et sa pérennité dans une échelle de temps relativement « réduite »

A plus longue échéance, la gravitation pourrait devenir localement influencée par les grands bouleversements de l'Univers à différentes échelles. Sur le plan local, quid de la Terre dans 4,5 milliards d'années ??





