



**HAL**  
open science

# Gravité, masse et vitesse de la lumière: une synthèse iconoclaste à base de questions-réponses

Alain Haraux

► **To cite this version:**

Alain Haraux. Gravité, masse et vitesse de la lumière: une synthèse iconoclaste à base de questions-réponses. 2020. hal-02748102v2

**HAL Id: hal-02748102**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02748102v2>**

Preprint submitted on 4 Jun 2020

**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.

# Gravité, masse et vitesse de la lumière: une synthèse iconoclaste à base de questions-réponses

Alain Haraux

Sorbonne Université, Université Paris-Diderot SPC, CNRS, INRIA,  
Laboratoire Jacques-Louis Lions, LJLL, F-75005, Paris, France.  
e-mail: [haraux@ann.jussieu.fr](mailto:haraux@ann.jussieu.fr)

### **Abstract**

Following in a purely formal “thought experiment” the universally discredited ancient theory of Fatio de Duillier and Lesage on pushing gravity, we show that such a theory gives an alternative explanation for the missing mass theory, without the necessity of dark matter and, incidentally, of the redshift without intervention of the big bang. Even the 3K cosmic microwave background may be understood as a consequence of random collisions between “gravitons” emerging from our anti-universe with their counterparts present in our world.

**Key words:** Cause of gravitational force, dark matter, redshift, big bang.

# 1 Introduction et position du problème

Albert Einstein est supposé avoir dit que l'un des problèmes les plus importants de la physique serait la détermination de la cause de la force gravifique. Dans sa théorie de la relativité, il se débarrasse en quelque sorte du problème puisque la force de gravitation disparaît et laisse la place à une courbure locale de l'espace temps dépendant de la densité locale de matière et d'énergie. Cette courbure déterminerait l'accélération de tout objet massif lors de son déplacement dans l'espace. Elle modifierait même la trajectoire des rayons lumineux par rapport à celle que la lumière suivrait en l'absence de masse dans l'espace ambiant. La question de la cause de la force gravifique s'est posée historiquement dès la découverte par Newton du "champ de gravitation". C'est pratiquement dès cette époque qu'on voit apparaître (Fatio de Dhuillier, puis Lesage, cf .e.g.[1, 2]) l'idée que la gravité pourrait être due à la présence de particules invisibles dites "ultra-mondaines" poussant les objets massifs l'un vers l'autre, le nombre de chocs par unité de temps de chaque objet avec les "particules ultra-mondaines" étant proportionnel à sa masse. En utilisant l'effet bouclier de chaque masse envers l'autre, on retrouverait les formules de Newton. A l'époque la théorie atomique était inconnue, aujourd'hui on pourrait penser, si on suit cette théorie (amplement discréditée par de nombreux experts comme on le verra plus loin) que le facteur déterminant la "masse gravitationnelle" est le nombre de nucléons (protons+ neutrons) susceptibles d'être frappés par une telle particule, car on ne voit pas bien comment le nuage électronique de nature fondamentalement oscillante pourrait interagir de façon significative avec ces particules. Par chance, la "masse" de l'électron est de 3 ordres de grandeur inférieure à celle du nucléon. Mais que signifie, au fait, la masse gravitationnelle d'un électron? A-t-on déjà vu un électron tiré horizontalement "tomber" sur le sol du fait de sa masse? L'expérience mériterait d'être tentée.

La théorie de la relativité a montré une efficacité remarquable dans l'interprétation de l'expérience de Michelson-Morley et la compréhension profonde des équations de Maxwell. En revanche, le néophyte comme moi peut être gêné par l'introduction, pour modéliser la courbure locale de l'espace-temps, d'une densité locale d'énergie dont le sens échappe totalement à l'intuition: de quelle énergie s'agit-il exactement et dans quelle mesure cette énergie est-elle indépendante de l'observateur? Pourquoi une énergie non liée à la présence de matière n'apparaît-elle pas dans les formules de la mécanique classique qu'on devrait retrouver lorsque les masses impliquées ne sont pas trop grandes? La relativité est-elle donc vraiment bien calibrée pour comprendre la gravitation?

L'auteur des lignes qui vont suivre a commencé à s'intéresser à la cause de la force gravifique en voyant des théories de plus en plus étranges être mises en place pour tenter d'expliquer le paradoxe de Zwicky (énigme de la masse manquante) et celui de la rotation trop rapide des galaxies par rapport à la masse détectable de leurs étoiles et nuages de gaz constituants. L'explication la plus à la mode actuellement est l'hypothèse dite "de la matière noire" stipulant qu'une matière invisible "pesante" de nature inconnue emplit l'espace. Le problème est que jusqu'à aujourd'hui, l'existence de cette matière "exotique" n'a pas été plus établie que celle des particules ultra-mondaines de Lesage. On s'est attaché à démontrer théoriquement l'impossibilité de la théorie de Lesage, mais pas l'absence de la matière noire pour laquelle on a même donné une estimation du pourcentage dans l'univers alors qu'aucun grain de cette matière n'a été jusqu'ici capturé. Pourquoi cette différence?

Dans ce qui suit, nous allons éluder momentanément (après les avoir rappelés par souci d'honnêteté intellectuelle) les arguments déployés au cours des 3 derniers siècles par les experts pour disqualifier la théorie de Lesage. Après avoir souligné les biais méthodologiques ayant conduit à l'hypothèse de la matière noire, nous essayerons, par un processus purement spéculatif de questions-réponses, de dégager une solution à l'énigme de la masse manquante basée sur la théorie de Lesage, et de voir quelles conséquences cela impliquerait sur la structure du monde (alias "univers") qui nous entoure. Plus exactement sur celle de ce qu'on nous a jusqu'ici présenté comme l'univers observable, et qui n'a aucune raison de constituer l'univers dans sa totalité. Le but de cette étude n'est nullement de démontrer quoi que ce soit, mais d'ouvrir une fenêtre vers une représentation du monde dans laquelle l'existence de la matière noire n'est plus nécessaire. Comme on va le voir, cette tentative débouche sur une représentation totalement différente de celle actuellement en vigueur, représentation dans laquelle le "big bang" devient également une hypothèse superflue et l'univers peut devenir un monde cyclique (très agité mais stable) sans début ni fin obligatoires.

## 2 L'énigme de la masse manquante.

Qui n'a pas entendu parler de l'énigme de la masse manquante? Peut-être ceux qui n'ont entendu parler que de la "matière noire", présentée non pas comme une hypothèse, mais comme une réalité, avec même des pourcentages indiqués de la masse totale de l'"univers", deux choses qui, avec un peu de chance, n'ont de sens ni l'une ni l'autre. En effet, la définition de l'univers n'a jamais été précisée, et en admettant que ce concept ait un sens, rien ne dit que sa masse soit finie, ni même qu'il soit possible de lui donner un sens.

L'énigme de la masse manquante a pour point de départ une observation de l'astronome suisse Fritz Zwicky dans les années 1930. Ce dernier, étudiant la dynamique des galaxies situées au sein de l'amas de Coma, dans la constellation de la Chevelure de Bérénice, voulut comprendre pourquoi les vitesses des galaxies de cet amas avaient des valeurs très élevées. Ces vitesses, en supposant que l'amas tourne sur lui-même sans se déformer globalement, sont calculables au moyen du champ de gravitation interne à l'amas, champ global créé par les masses des centaines de galaxies qui s'y trouvent. Elles sont donc le reflet de la masse totale du système et cette masse est a priori égale à la somme des masses de toutes les galaxies individuelles, auxquelles il faut ajouter la masse du gaz chaud intra-amas dont Zwicky n'avait pas connaissance. On peut estimer les masses des galaxies elles-mêmes comme la masse de toutes leurs étoiles. Et celle-ci peut être estimée (très approximativement!) en fonction de la brillance apparente de chaque étoile si on suppose connue la distance de l'amas à l'observateur situé sur terre. Mais le compte n'y est pas, au sens où la vitesse de rotation de l'amas, mesurée à partir de l'effet Doppler, est beaucoup trop élevée. L'hypothèse alors retenue pour expliquer cette contradiction serait qu'une partie importante de la masse de l'amas n'émet pas de lumière: d'où le terme de "matière noire" (Dark matter en Anglais). Seul problème: les objets "noirs" actuellement connus (poussière cosmique, naines brunes, trous noirs, etc?) semblent beaucoup trop peu nombreux pour expliquer le déficit de masse constaté. On a alors pensé que la matière invisible pourrait être formée de "matière exotique" ou "non baryonique" répartie plus ou moins au hasard dans l'espace que nous croyons vide. On a même inventé à cet effet un nouveau type de particule, les WIMPS (weakly interacting massive particles). Mais jusqu'ici

toutes les expériences tentées, avec des moyens énormes, pour détecter de telles particules ont été vaines.

Il y a, bien entendu, d'autres possibilités pour essayer de lever la contradiction, dont assez peu ont été sérieusement étudiées jusqu'ici:

- La dynamique des amas est très mal connue, et à la distance où se trouve l'amas de Coma, environ 300 millions d'années lumière, la seule façon que nous ayons de mesurer distances et vitesses est l'effet Doppler, à travers le décalage spectral des galaxies vers le rouge. On peut mesurer ainsi, en faisant la moyenne des décalages, la distance probable de l'amas à la terre, et d'autre part la composante radiale, et uniquement celle-là, de la vitesse des galaxies individuelles par rapport à nous. Par exemple si l'axe de visée était perpendiculaire au plan de l'amas on ne pourrait rien mesurer du tout, le décalage de toutes les galaxies étant identique. D'autre part il pourrait se faire qu'en réalité toutes les galaxies convergent vers un centre ou s'éloignent de ce centre. Dans ce cas la théorie usuelle n'est pas applicable. Nous reviendrons sur ces difficultés dans le paragraphe suivant consacré aux biais méthodologiques.
- Les forces de gravitation à très grande distance diffèrent notablement de la loi de Newton qui a été vérifiée seulement sur les objets "proches". C'est la théorie "MOND".
- Plus généralement, les "lois" physiques que nous avons vérifiées avec une grande précision sur les objets proches en utilisant un recoupement d'outils variés pour mesurer les distances et les masses (par exemple parallaxe, céphéides et Doppler combiné avec la loi de Hubble pour les distances) s'écartent en réalité de ce que nous connaissons pour les objets lointains et nous n'avons plus, à ces distances, que l'unique effet Doppler pour mesurer à la fois vitesses et distances. Par exemple si la loi de Hubble n'est que locale, on a pu se tromper à la fois sur la distance de l'amas par rapport à nous et sur la brillance absolue, et donc la masse des étoiles constituant les galaxies. Nous verrons plus loin que cela a pu contribuer au paradoxe.
- Certaines lois physiques considérées comme gravées dans le marbre pourraient en fait être conséquences d'une cause inconnue qui les rend variables avec la distance.

Nous n'examinerons pas ici la théorie "MOND" qui a la même défaut que la loi de Newton "universelle et globale", à savoir vouloir à tout prix une loi dépendant d'une constante universelle sans s'interroger sur l'ORIGINE du champ de gravitation. il semble que pour l'électromagnétisme et l'électro-statique le support physique du champ soit un échange de photons, donc pourquoi ne pas chercher quelque chose du même genre pour la gravité? Il se trouve qu'une telle tentative, purement théorique, a déjà été faite à l'époque même de Newton. La théorie des "corpuscules ultra-mondains" de Fatio de Duillier et Lesage qui sera exposée brièvement un peu plus loin, peut nous orienter vers une explication relativement simple mais nécessitant la remise en question des "lois physiques gravées dans le marbre". Il ne faut pas oublier que c'est précisément ce qu'a fait Albert Einstein avec la théorie de Newton qui donnait entière satisfaction pour la mécanique des objets "proches" tant qu'on ne cherchait pas une très grande précision.

Expliquons d'abord comment le problème de la masse manquante, qui n'avait pas passionné beaucoup d'astronomes dans les années 30, a refait irruption un peu plus tard à propos de la dynamique des galaxies. Voici ce qu'on peut extraire à ce sujet de Wikipedia: dans les années 1970, l'astronome américaine Vera Rubin étudia la rotation des galaxies spirales. Le problème

est le même que celui de la comparaison entre la masse dynamique et la masse lumineuse des amas de galaxies. Il s'agit de savoir si la "masse lumineuse", c'est-à-dire la masse visible - qui est déduite de la présence des étoiles - est bien égale (à quelques corrections près) à la masse dynamique. La masse dynamique est normalement la seule masse véritable, puisqu'il s'agit d'une mesure de la masse déduite de son influence gravitationnelle. Pour mesurer la masse lumineuse, il faut faire l'hypothèse que toute la masse de la galaxie (ou de l'amas de galaxies) est constituée d'étoiles. Ces étoiles rayonnent, et si leur distribution est connue (masse, nombre, âge, etc.), l'infrarouge proche est un bon "traceur" de masse. Mais l'infrarouge proche est à la limite d'opacité de l'atmosphère, et il faut attendre le télescope Subaru mis en service en 1999 à Hawaï pour le détecter avec une précision suffisante. En analysant le spectre des galaxies spirales vues par la tranche ou faisant un angle assez faible avec la direction radiale, comme la galaxie d'Andromède, il est possible d'en déduire la courbe de rotation. Vera Rubin a observé que les étoiles situées à la périphérie de la galaxie d'Andromède, - comme pour d'autres galaxies spirales - semblaient tourner trop vite par rapport à ce qui était attendu (les vitesses restaient pratiquement constantes jusqu'au "bord" de la galaxie). De nombreuses observations similaires furent effectuées dans les années 1980, venant renforcer celles de Vera Rubin. Ces observations posent question, car la courbe de rotation mesure bien la répartition de la masse dynamique et les experts pensaient qu'elle doit décroître vers la périphérie. On a donc été imaginé l'existence d'un gigantesque halo de matière non visible entourant les galaxies, représentant jusqu'à près de 90% de la masse totale de la galaxie, voire plus dans certaines galaxies naines. Dans les 2000 galaxies qu'ont cartographiées l'astronome canadienne Catherine Heymans et sa partenaire Megan Gray, on conclurait ainsi que seulement 10% sont composées de gaz surchauffés et 3% seulement de matière visible, le reste étant de la "matière noire".

### **3 Des biais méthodologiques commun aux deux situations.**

Que ce soit pour la dynamique des galaxies ou celle des amas, il existe deux biais méthodologiques importants qui rendent au départ peu convaincante l'hypothèse d'existence de la "matière noire" et en particulier de la fameuse "matière non baryonique" qu'on recherche en vain depuis des décennies au prix d'expériences extrêmement coûteuses mobilisant l'énergie de grands spécialistes au niveau mondial.

#### **3.1 La connaissance des étoiles.**

Le calcul de la masse ou de la densité locale des galaxies comme des amas repose sur l'hypothèse qu'on peut tout dire sur une étoile à partir de son éclat et de sa "couleur", c'est-à-dire de son spectre d'émission. Or comme le souligne le spécialiste des étoiles Christian Magnan à chaque fois qu'il en a l'occasion, la connaissance des étoiles même proches montre que cette hypothèse est erronée. La notion "d'étoile moyenne" est basée sur trop peu de connaissances réellement vérifiées. Même notre propre étoile renferme encore des mystères, et son étude jusqu'ici essentiellement empirique rend imprudente toute généralisation à d'autres étoiles, a fortiori les étoiles lointaines appartenant à d'autres galaxies que la nôtre.

## 3.2 La dynamique des amas et des galaxies.

Elle est en réalité très mal connue, et à la distance où se trouve l'amas de Coma, environ 300 millions d'années lumière, la seule façon que nous ayons de mesurer distances et vitesses est l'effet Doppler, à travers le décalage spectral des galaxies vers le rouge ou le bleu suivant les cas. On a pu ainsi, pour commencer, se tromper d'un facteur important sur la distance de cet amas si la loi de Hubble diverge du linéaire à grande distance ou si la vitesse de la lumière n'est pas constante à grande échelle spatio-temporelle. Dans ce cas on se tromperait aussi sur la masse, estimée à partir de la distance et de la brillance apparente des galaxies. D'autre part on ne peut mesurer, par effet Doppler, que la composante radiale (par rapport à l'observateur) de la vitesse des galaxies individuelles par rapport à nous. Déjà, si l'amas n'est pas vu par la tranche et a fortiori s'il est presque orthogonal à la ligne de visée, on peut se tromper sur l'estimation des vitesses effectives, supposées tangentielles dans le plan de l'amas car il faut multiplier un nombre très petit par un facteur grand (l'inverse du cosinus de l'angle du plan de l'amas avec la ligne de visée). D'autre part on se trompe même peut-être quand on prétend que l'amas tourne sur lui-même sans déformation: il pourrait se faire qu'en réalité toutes les galaxies convergent vers un centre ou s'éloignent de ce centre. Dans ce cas la théorie usuelle n'est pas applicable. D'ailleurs avons-nous actuellement la moindre preuve que les galaxies, dont le temps de rotation est de plusieurs centaines de millions d'années, ne se déforment pas dans le sens d'une contraction ou d'une expansion (éventuellement les deux: contraction de la zone centrale et expansion de la zone périphérique par exemple)? Le même raisonnement s'applique a fortiori aux amas galactiques dont le concept même est loin d'être clair: où s'arrête un amas? Il est a priori très imprudent de vouloir spéculer sur l'univers lointain et surtout de présenter des hypothèses de travail (pourcentage de matière non baryonique dans l'"univers") comme une vérité scientifique, quand on connaît la différence entre les caractéristiques des planètes solaires obtenues après la visite des sondes spatiales et ce qu'on avait imaginé à partir des observations terrestres. Comme disait André Brahic dans un exposé au collège de France en 1989: "Si vous voulez savoir à quoi ne ressemble pas une planète, ouvrez un livre d'Astronomie des années 60!" Tout ce que nous dirons à partir de maintenant sera donc de l'ordre de la pure spéculation théorique, mais cela ne diffèrera pas fondamentalement des résultats des théories en vigueur actuellement, parfois présentées comme une vérité indiscutable alors qu'elles s'appuient peut-être en définitive sur des sables mouvants.

## 4 Les idées de Fatio de Duillier et Lesage.

### 4.1 Principe directeur de la théorie.

A l'époque de Newton, on ignorait tout de la structure de la matière. Ces deux auteurs ont donc imaginé que la stabilité de la matière pouvait avoir une cause commune avec la force de gravitation. Selon Wikipedia, la théorie de la gravitation de Le Sage est une théorie cinétique de la gravitation proposée initialement par Nicolas Fatio de Duillier en 1690 puis plus tard par Georges-Louis le Sage en 1748. La théorie propose une explication mécanique de la force gravitationnelle de Newton en termes de flux de minuscules particules invisibles, que Le Sage appelait "corpuscules ultramondains" (c'est-à-dire littéralement "originaires d'un autre monde"), qui impacteraient les objets matériels dans toutes les directions. La théorie suppose que la force gravitationnelle est le résultat du déplacement de ces corpuscules à grande vitesse dans toutes les directions à travers l'univers. Il est supposé que l'intensité du flux de



particules est le même dans toutes les directions, donc un objet isolé A est frappé de façon égale de tous les côtés, ce qui engendre uniquement une pression dirigée vers l'intérieur mais aucune force directionnelle nette. Cependant, lorsqu'un second objet, B, est présent, une partie des particules qui auraient frappé A du côté faisant face à B est interceptée par B, donc B agit comme un bouclier. Autrement dit, du côté faisant face à B, A sera frappé par moins de particules que du côté opposé. De la même façon, B sera frappé par moins de particules du côté faisant face à A que du côté opposé. On peut dire que A et B se font de l'ombre l'un à l'autre et que les deux corps sont poussés l'un vers l'autre par le déséquilibre de forces induit. On peut voir d'autre part que si la matière est formée de grains très petits séparés par du vide, l'intensité de la force d'attraction ainsi créée varie bien comme l'inverse du carré de la distance et est proportionnelle au produit des "masses" des objets A et B, constitués par le nombre des "corpuscules matériels" présents dans A et B. Autrement dit, pour retrouver la loi de Newton, Nicolas Fatio de Duillier et Georges-Louis le Sage sont contraints de conjecturer l'existence des atomes et (quand on pense au métal dont on sait maintenant que les atomes sont jointifs) en fait plutôt des noyaux atomiques.

## 4.2 Les critiques.

De nombreux scientifiques à l'époque, et ensuite jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle, ont émis des critiques au sujet de cette théorie. Il est intéressant de noter que des personnes aussi différentes que Newton, Euler, Maxwell etc. ont toutes eu à peu près la même réaction. D'abord "mais c'est bien sûr, c'est la seule explication vraisemblable", puis une deuxième réaction quelques jours plus tard après avoir réfléchi du type "c'est impossible parce que...", suivie de l'arrêt de toute tentative pour comprendre la CAUSE de la gravité. La seule exception est peut-être Poincaré qui dès le départ a cherché à démolir la théorie (communication de 1908). Chose intéressante, peu de travaux ont été consacrés à cette théorie depuis que la structure atomique de la matière a été élucidée. Probablement parce que la stabilité de la matière et le comportement des solides étaient considérés comme définitivement compris. Il est quand même assez remarquable que la théorie de Lesage ait rendu nécessaire l'idée d'une structure très lacunaire de la matière, qui n'a été confirmée qu'avec la théorie atomique apparue plus de 3 siècles plus tard. Parmi les très nombreuses critiques faites à ce "modèle" de gravitation "cinétique", trois sont particulièrement pertinentes:

- L'économie de la nature: l'appel aux corpuscules ultra-mondains semble une idée compliquée et contre-nature.
- L'échauffement. Suivant le type de contact entre les corpuscules et la matière, on peut évaluer la quantité de chaleur dégagée par les chocs ou les frottements, et le calcul montre que pour voir apparaître "par différence" ou "effet bouclier" les forces de gravité constatées dans la réalité, on provoquerait un échauffement tel que la matière serait décomposée instantanément.
- Constance de la masse pesante. Si la gravitation résulte d'un phénomène de différence de pression, la moindre variation du flux (aléatoire) de corpuscules pourrait faire apparaître des fluctuations notables de la masse, fluctuations qui n'ont jamais été observées dans la réalité.

Il y a eu beaucoup d'autres critiques, notamment une de Maxwell concernant la stabilité des orbites des planètes, mais peut-être les critiques les plus significatives sont l'échauffement et l'invariabilité de la masse. Pour l'échauffement, Poincaré a confirmé les calculs de ses prédécesseurs et sa communication a pratiquement mis fin aux débats. Il est quand même

intéressant de remarquer que cette critique repose sur l'hypothèse que l'interaction des corpuscules avec la matière suit les lois de la mécanique "macroscopique" alors que nous n'en avons aucune idée. Une variante "quantique" de la théorie de Le Sage est le fameux "Boson de Higgs" dont l'interaction avec la matière serait quasiment "virtuelle", pour ne pas dire le boson lui-même. Là, on ne parle plus d'échauffement puisque tout est virtuel...

Pour l'invariabilité, il s'agit d'une critique beaucoup plus sérieuse à laquelle je n'ai trouvé jusqu'ici aucune réponse, car c'est une critique de physique fondamentale (théorie des incertitudes) totalement indépendante de la nature supposée des interactions.

Pour vérifier l'existence ou l'absence des corpuscules de Lesage, il faudrait peut-être chercher à savoir si une petite quantité de matière conservée sous vide près du zéro absolu présente des oscillations résiduelles de type mécanique incompatibles avec sa température supposée: ces oscillations pourraient trahir les chocs de la matière avec ces corpuscules qu'à partir de maintenant nous appellerons **gravitons**.

## 5 Peut-on concevoir une gravité inhomogène?

Oublions momentanément les critiques qui, pour une écrasante majorité de physiciens, invalident la théorie de Lesage et essayons de voir si ce type de modèle permettrait de comprendre le paradoxe de la masse manquante. On peut se représenter les gravitons comme un gaz de particules immatérielles (comme les photons) mais agissant sur la matière. La force de gravitation peut être alors interprétée comme la pression de ce gaz sur la matière, la différence avec les gaz que nous rencontrons dans la vie courante étant que le gaz de gravitons traverse la matière et que la force pressante exercée n'est pas proportionnelle à la surface extérieure, mais approximativement au volume de matière. Ceci n'est qu'approximatif, comme rappelé dans l'exposé historique [2] .

### 5.1 Amas de Coma et constante de gravitation

Dans ce paragraphe je fais l'hypothèse de travail que la gravitation est due à l'impact de gravitons sur la matière suivant Lesage ou dans le cadre d'une variante qui peut être découverte dans le futur. Suivant les méthodes actuelles de mesure des grandes distances, on dit que l'amas étudié par Zwicky se situe à 300 millions d'années-lumière de nous. Peut-on imaginer que la trop grande vitesse de rotation observée puisse être due à une valeur de la constante de gravitation différente de celle mesurée sur terre? Il faudrait une constante de gravitation beaucoup plus élevée, ce qui dans le modèle de Lesage pourrait correspondre à une densité de gravitons plus importante, ou une vitesse moyenne des gravitons plus élevée (induisant une force d'attraction plus puissante), éventuellement les deux à la fois. 300 millions d'années-lumière correspondent à environ 1/100 du diamètre de l'univers observable, ce n'est pas très petit mais pas très grand non plus. Pourquoi la densité de gravitons devrait-elle varier? Dans le temps, cela étonnera peut-être modérément les experts si on croit au "Big Bang" qui suppose une évolution de l'univers en fonction du temps avec un "début" très violent. Les caractéristiques fondamentales de l'univers au sens spatial du terme ont donc pu varier, éventuellement très fortement près du "début". Certains auteurs ont déjà envisagé une variation de la vitesse de la lumière en fonction du temps, par exemple J.P. Petit dans certains de ses travaux de

cosmologie. Dans l'espace, cela gênerait sans doute davantage de physiciens plus ou moins convaincus qu'avec le temps les choses s'homogénéisent. Cela dit, ce raisonnement est valable pour un système en équilibre. Rien ne dit que notre univers soit en équilibre, il est plutôt en mouvement incessant avec des sous-systèmes qui tournent dans tous les sens: électrons, planètes, galaxies, amas de galaxies, etc... Les grands sous-systèmes ont des vitesses de rotation tellement faibles par rapport à leur taille (et même des vitesses de rotation angulaire imperceptibles) qu'on pourrait les croire statiques et indéformables. Qu'en est-il en réalité?

## 5.2 Structure de l'univers à grande échelle

Assez curieusement, 300 millions d'années-lumière est l'ordre de grandeur de la taille des "bulles de matière" mises en évidence dans la "tapisserie cosmique" décrite par Valérie de Lapparent dans [5] et précisée dans de nombreux travaux ultérieurs. Contrairement à ce qu'on a pu penser autrefois, la distribution à grande échelle de la matière "lumineuse" dans l'univers observable est très inhomogène. Elle se répartit essentiellement à la surface de bulles gigantesques de quelques centaines de millions d'années-lumières de diamètre. Se pourrait-il que la densité ou la vitesse moyenne des gravitons varie à la même échelle que la taille de ces bulles? Cela ne paraît pas complètement absurde à première vue. Sa variation, au contraire, pourrait expliquer pourquoi la matière s'accumule seulement à certains endroits. Dans une modélisation récente (2014), J.P. Petit a émis l'hypothèse séduisante que la présence dans le même espace géométrique d'un anti-univers "jumeau" du nôtre formé de matière à masse négative aurait pu provoquer, par répulsion anti-gravitationnelle, la structure filamenteuse en réseau de bulles observée par les experts. Mais on pourrait aussi imaginer que les "filaments de matière" décrits maintenant dans un certain nombre de travaux seraient "guidés" par un flux de gravitons très inhomogène. La raison de cette inhomogénéité resterait évidemment à comprendre. L'amas de Zwicky pourrait se trouver dans une zone où le flux est beaucoup plus intense que dans notre groupe local relativement petit. Peut-être même tout amas de galaxie important se trouve-t-il automatiquement dans une zone de forte densité des gravitons. Ce n'est évidemment qu'une hypothèse dont la vérification (ou la négation) peut être très difficile avec les outils de la physique actuelle, même si on découvre un jour la réalité et la nature des gravitons.

## 6 La vitesse de la lumière est-elle vraiment universelle?

De nombreux physiciens, y compris Einstein, ont eu depuis longtemps l'intuition qu'il existe une relation basique entre gravité et lumière. Dans [4], M.R. Edwards, bien instruit de la structure filamenteuse de la matière à grande échelle, a même construit une théorie suivant laquelle des échanges auraient lieu entre l'énergie lumineuse (ou électro-magnétique) et l'énergie de gravitation. Je propose, amplifiant l'idée d'Einstein suivant laquelle la présence de matière modifie la trajectoire de la lumière, d'envisager l'hypothèse que la vitesse de la lumière pourrait varier avec  $G$ . Que représente en réalité la vitesse de la lumière? Est-ce réellement la vitesse de déplacement des photons ou la vitesse de l'onde? Pourquoi est-elle si constante au moins localement? On peut imaginer que le déplacement des photons (ou de l'onde?) se fait à la vitesse maximum compatible avec la présence des gravitons qui produisent un freinage d'autant plus fort que le produit de la densité des gravitons par leur vitesse moyenne (représentant grosso-modo  $G$ ) est important. Dans ce cas, la "vitesse de la lumière" varierait en sens inverse

de  $G$ . Quand  $G$  local est élevé,  $c$  local est faible. Cette interprétation suppose donc une interaction entre gravitons et photons. Il est généralement admis que le photon est sa propre anti-particule, qu'en est-il alors du graviton? Pour repousser les nucléons de notre matière de manière indépendante de l'électro-magnétisme, il devrait plutôt être de type "anti-matière" sans charge. L'anti-neutrino est le premier candidat qui vient alors à l'esprit, avec une vitesse de déplacement qui n'a aucune raison d'être bornée par la vitesse de la lumière. Repoussant la matière, il ne pourrait en aucun cas lui céder de la chaleur lors d'un "choc" qui resterait en réalité sans contact! Ce n'est bien entendu, de nouveau, qu'une hypothèse et la nature du graviton peut se situer complètement hors du champ de notre imagination bornée par la comparaison avec ce qui existe déjà dans la physique actuelle.

## 7 Quelques élucubrations sur la structure possible de notre monde

### 7.1 Un billard cosmique qui peut remplacer le big bang.

Après la tapisserie, le billard? Mais c'est à une autre échelle que je situe cette hypothèse. On peut imaginer que notre "univers" a un bord et que les gravitons rebondissent sur ce bord, éventuellement en échangeant quelque chose lors du choc, et en suivant des chemins très complexes du type des trajectoires de billard non ergodiques. Mais qu'y a-t-il de l'autre côté du bord? Un anti-univers qui récupère nos anti-gravitons et nous envoie des gravitons? Ainsi, dans l'hypothèse (qui n'est évidemment pas la seule possible) que graviton = anti-neutrino, les anti-neutrinos, venus de l'anti-univers (corpuscules ultra-mondains de Le Sage!) viennent-ils produire notre gravitation et compacter notre matière tandis que "nos" neutrinos vont compacter l'anti-matière de l'anti-univers? On retrouve, avec un dessin un peu différent, les univers jumeaux de J.P. Petit [8]. C'est sans doute trop beau pour être vrai, mais là, cela devient complètement symétrique. On n'a pas perdu la moitié de l'univers, elle est "juste en face". Si le dessin du billard cosmique est correct, on voit que les gravitons ont en permanence une densité élevée (voire maximale, éventuellement presque infinie) au "bord" de l'univers. Du coup, la vitesse de la lumière devient très faible près du bord. Ceci pourrait expliquer, si ce ralentissement s'accompagne d'une perte d'énergie des photons, le décalage des raies spectrales des galaxies lointaines sans avoir à supposer l'existence du big bang. On rejoint d'une certaine manière la théorie de la "lumière fatiguée" énoncée par Zwicky avant la théorie du Big Bang. Le "bruit de fond à 3K" pourrait être tout simplement une sorte d'écho des vibrations omniprésentes provoquées par les aller-retour de gravitons gorgés d'énergie, ou même plus simplement le résultat des annihilations aléatoires des anti-gravitons (présents dans notre univers) et des gravitons (émergeant de l'univers jumeau à travers la frontière séparant les deux).

### 7.2 Univers jumeaux ou réseau multiversel?

Pourquoi, alors, seulement un bi-univers à deux composantes? Lorsqu'on tente de le dessiner, cela devient difficile car l'extérieur de l'un est l'intérieur de l'autre. Le Yin et le Yang des Chinois? C'est séduisant mais il reste un bord extérieur à Yin + Yang dont on ne sait pas très bien à quoi il appartient. Il serait beaucoup plus facile de concevoir géométriquement un réseau infini de "bulles d'univers" tel que chacune ne soit en contact qu'avec des bulles

de caractéristiques opposées. Cette fois, l'espace à 3 dimensions est rempli bien que chaque composante n'ait qu'un volume fini. Un schéma avec des cubes montre que ce type de réseau est possible, mais bien sûr on peut imaginer d'autres formes où les zones de transition ne contiennent aucune matière au sens habituel et soient remplies de doublets neutrino-anti-neutrino en déplacement perpétuel à l'origine du "bombardement" créateur de la gravité. Au-delà de la tapisserie cosmique interne à notre univers habituel, on se retrouve ainsi avec un "multivers" dont l'existence est conjecturée par un certain nombre d'experts, comme par exemple L. Mersini-Houghton [7]. C'est une "tapisserie multiverselle" dont la structure nous épargne le casse-tête du bord et l'aspect anthropocentrique de "création" constitué par le Big Bang. Vous me direz que tout cela est un peu facile, car on ne saura jamais si c'est "vrai". Mais à vrai dire ce défaut est commun à toutes les théories cosmologiques du passé, du présent, et sans doute de ce qui nous reste de futur.

## 8 Les faiblesses du modèle.

A vrai dire, il est très difficile de concilier l'idée du "billard cosmique" avec un fait très concret, à savoir que le "poids" d'un objet sur terre ne varie pas quand on voyage. En effet, ce phénomène va plutôt, si l'on suit par la pensée les trajectoires supposées rectilignes des gravitons, dans le sens d'un océan de gravitons homogène, uniforme au niveau des directions et des vitesses. On ne peut évidemment pas déduire ce qui se passe à l'échelle cosmique de ce qu'on observe sur terre, mais cela est troublant. La géométrie du problème devient très compliquée si on veut concilier une homogénéité locale avec le billard cosmique.

Une autre faiblesse concerne le rapport loin d'être évident entre la diminution de la célérité de l'onde et l'augmentation de la longueur d'onde. Sans savoir exactement la nature de l'interaction des photons avec les gravitons, il me semble difficile de statuer sur ce point. La nature même du photon, qui a fait l'objet d'études très compliquées, ne me permet pas d'affirmer quoi que ce soit.

## 9 Conclusion.

Les découvertes de Zwicky sur l'amas de Coma et de Vera Rubin sur la rotation des galaxies spirales ont suscité des recherches très intéressantes et vraisemblablement stimulé les études sur la structure de l'univers profond. On a découvert dans les années 1980 que la matière visible se concentre dans des zones particulières de l'espace qui évoquent plutôt une "mousse" formée de bulles, certains auteurs parlent de tapisserie ou de filaments de matière. Ces observations récentes montrent que, si l'on attache de l'importance à la matière et pas seulement au "substrat" spatial, l'univers est loin d'être homogène à grande échelle. Dans la mesure où l'on n'a toujours pas trouvé de particule "exotique" censée générer la matière noire, il serait peut-être utile d'investir dorénavant un peu plus de temps de recherche dans l'explication de cette structure. L'idée d'une variante de la théorie de Lesage n'est qu'une des explications possibles, et le but du présent texte est principalement d'attirer l'attention sur l'idée que la théorie de la relativité est peut-être moins adaptée à la compréhension du comportement de la matière qu'à celle des ondes électromagnétiques qui a principalement motivé son élaboration. Bien évidemment, si on remet en question le big bang, l'origine de la matière baryonique est à revoir complètement, hélas les photons ne suffisent pas pour produire un monde comme le

nôtre. Le lecteur aura la bonté de comprendre que je ne promette pas de faire cela dans mon prochain rapport.

## References

- [1] H. CHABOT; Georges-Louis Lesage (1724–1803): a theoretician of gravitation in search of legitimacy, *Arch. Internat. Hist. Sci.* 53 (2003), no. 150-151, 157–183.
- [2] H. CHABOT; Nombres et approximations dans la théorie de la gravitation de Lesage, d'alembert.academie-sciences .fr.
- [3] M.R. EDWARDS; Pushing gravity: New perspectives on Lesage's theory of gravitation *Apeiron*, 2002, In: Revue d'histoire des sciences, tome 58, n2, 2005. pp. 519–520.
- [4] M..R. EDWARDS; Photon-graviton recycling as cause of gravitation *Apeiron*. **14**, 3 (2007), 214–230 .
- [5] V. DE LAPPARENT, M.J. GELLER, J.P. HUCHRA ; A slice of the universe, *The astrophysical journal*. **302** (1986), L1–L5.
- [6] C. MAGNAN; Le théorème du jardin, *amds edition* (2015), 314 p.
- [7] L. MERSINI-HOUGHTON; Thoughts in defining the multiverse (2008), arXiv:0804.4280 [gr-qc].
- [8] J.P. PETIT, G. D'AGOSTINI; Cosmological bimetric model with interacting positive and negative masses and two different speeds of light, in agreement with the observed acceleration of the Universe, *Modern Physics Letters A* 29(34) (2014) DOI: 10.1142/S021773231450182X