

12 novembre 2016

Le Modèle Cosmologique Janus

Quarante années de travail



J.P.Petit

En juillet dernier j'ai installé une page, sur mon site, que j'avais intitulée « y a-t-il un géomètre dans la salle ? ». Je présentais le travail que j'ai dument publié en 2014 dans une revue contrôlé par des referees, dans un article intitulé :

**Cancellation of the central singularity of the Schwarzschild solution
with natural mass inversion process.**

En français :

**Elimination de la singularité centrale de la solution de Schwarzschild
avec phénomène naturel d'inversion de la masse.**

L'internaute-lecteur pourra immédiatement avoir accès à cet article à l'adresse ci-après :

<http://www.jp-petit.org/MPLA-singularite.pdf>

Ce travail est directement lié au modèle du trou noir. Vous avez sûrement lu des pages et des pages dédiées à la description de l'intérieur d'un trou noir. Il y a bien eu un millier d'articles et une bonne centaine de thèses de doctorat consacrées à ce sujet. Rappelez-vous ce qu'on entend alors. Il existe une « surface horizon » d'où rien ne peut sortir. L'objet est organisé autour d'une « singularité centrale ». Il a donc un centre.

Or que trouve-t-on dans mon article ?

Que ce centre n'existe pas, que cette structure géométrique ressemble à une espèce de « tube » qui mène vers un « autre univers »¹. Or voilà que celui-là se confond avec le nôtre. Il est « parmi nous ». Comme lorsque la matière franchit ce passage, sa masse s'inverse, alors celle-ci n'est plus perceptible. La matière avalée par ce « trou noir » se disperse alors dans notre univers, en étant soudain devenue invisible, fantômatique.

Mathématiquement, cette histoire est inattaquable². Le referee du journal l'a bien compris. Or, si j'ai raison, ceci appelle à remettre le modèle du trou noir sur le métier. C'est un peu de ce que fait Hawking quand il déclare « que les trous noirs pourraient mener à un autre univers ». Entièrement d'accord, sauf que ce second univers c'est aussi le nôtre. La matière ré-émerge dans notre univers en ayant simplement changé de nature.

Ma foi, il fallait recquérir les critiques des spécialistes, des experts en la matière. C'est ce que j'ai fait dans ma page :

http://www.jp-petit.org/science/Y_a-t-il_un_geometre_dans_la_salle/Y_a_t_il_un_geometre_dans_la_salle.html

Les lecteurs ne seront pas étonnés si je leur dis que depuis des mois, en fait des années, je tente vainement de pouvoir présenter mes travaux dans les séminaires des laboratoires. Je ne recueille que le silence, une non-réponse à mes mails.

Poser ces questions dans mon site devenait donc la seule solution.

Un spécialiste, un expert en trous noirs, m'a quand même répondu, un seul. Selon lui, la cosmologie moderne aurait fait d'énormes progrès depuis les dernières décennies, au point que la façon dont j'aborde ces questions « à l'ancienne » serait totalement dépassée.

Sa réponse se résume à une simple phrase :

- *Vous êtes dans l'erreur. Tous les spécialistes savent que lorsqu'on franchit l'horizon d'un trou noir le rayon r devient la variable temps tandis que le temps t devient le rayon.*

Il a écrit cela noir sur blanc. Ca lui paraît lumineux. A moi, pas du tout. Ouh là là, cette histoire de temps qui se transforme en espace et d'espace qui se transforme en temps, j'ai du mal, pas vous ? Mais je vais vers mes 80 printemps et c'est peut être le manque de souplesse lié à l'âge qui m'empêche d'intégrer cette vision moderne des choses. Je reste quelqu'un de très conventionnel. Un bête physicien, en un mot.

Tout cela m'amène à faire un retour sur 40 années de recherches.

¹ Une idée également partagée par Gabriel Chardin, avec au passage cette inversion de masse : <http://www-cosmosaf.iap.fr/Antimatiere.pdf>

² Dans l'article le changement de variable (9) supprime toutes les pathologies de la métrique (1) en la transformant en sa nouvelle expression (15) exempte de tout singularité, mais qui décrit un objet qui n'a pas « de centre ».

Je vais essayer de vous conter cette longue histoire.

En 1967 le Russe Andréï Sakharov publie une série d'articles, en russe, où il présente une idée très étrange, fondée sur un modèle « d'univers jumeaux » [1],[2],[3]. A l'époque ce travail passe totalement inaperçu.

Ce n'est qu'en 1984 que j'ai pu découvrir (à travers leur traduction française) cet essai, alors que je travaillais sur ce thème depuis 1977 (publication de ma première note aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris sur ce sujet).

<http://www.jp-petit.org/cras1977.pdf>

En fait, après toutes ces années nous restons, lui et moi, les seuls à avoir travaillé dans cette voie. Peut être parce que nous avons eu les mêmes sources d'inspiration ? Qui sait ?

Sakharov suggère que l'univers serait constitué de deux entités qu'il nomme « univers jumeaux ». L'un d'entre eux, celui où nous vivons, serait constitué de matière, l'autre d'une « matière gemellaire », d'une nature non précisée. Les deux seraient reliés par une « singularité initiale », autrement dit par le Big Bang. D'où l'image didactique 2D ci-après.

Mais on distingue soudain quelque chose de parfaitement singulier :

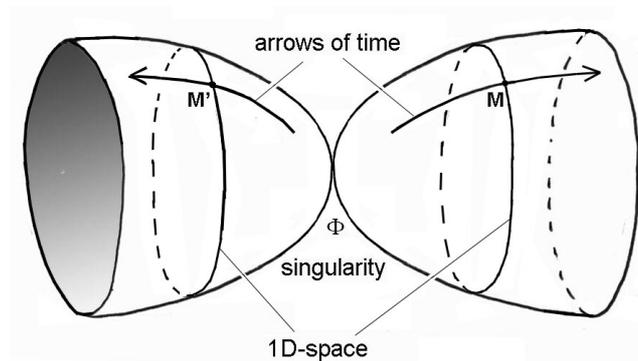


Image didactique 2D du modèle d'Andréï Sakharov

Dans ces deux univers les « flèches du temps » sont en directions opposées ! De plus, ce que je ne peux pas représenter sur cette image didactique 2D, ces deux « demi-univers » sont « énantiomorphes », en miroir. Ci-après l'image d'une telle « symétrie en miroir » :

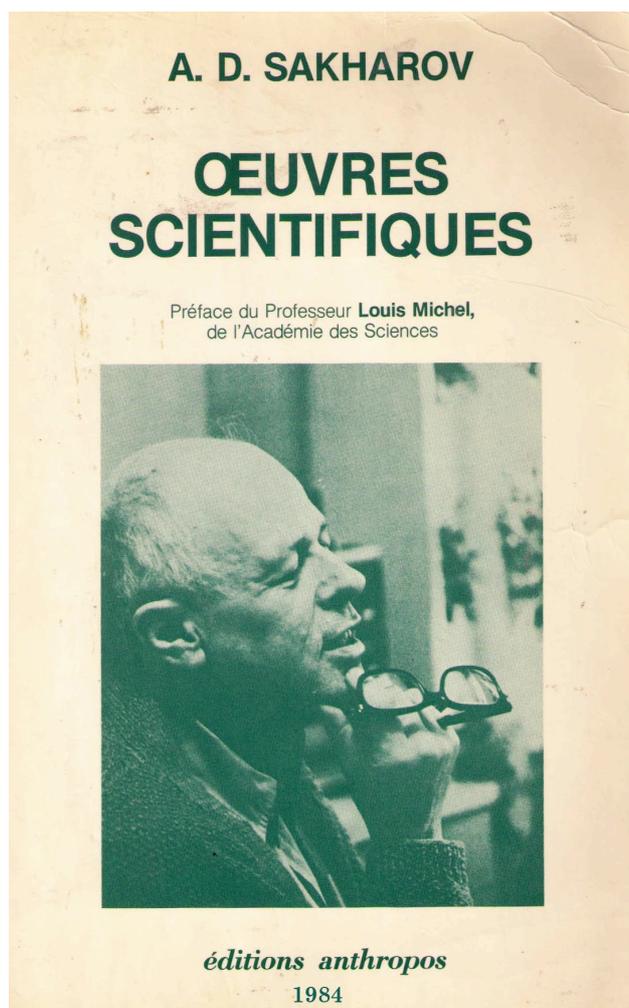


Tire-bouchons énantiomorphes

Quelle pourrait être la signification physique d'une telle chose ? Eh bien par exemple, deux particules énantiomorphes ont des spins opposés.

Ceci fait penser à ce dieu Janus, de l'antiquité. Non seulement il nous présente deux visages au lieu d'un mais, et je ne l'ai découvert que très récemment dans Wikipedia, celui-ci « regarde à la fois vers l'avenir et vers le passé ».

Ci-après la couverture du livre (édition Anrthopos, disparues) où ont été publiés tous les travaux de Sakharov, en français, en 1984.



A. Sakharov, travaux scientifiques 1984

On ne trouve nulle part dans ces écrits de justification quant aux hypothèses associées à sa théorie des univers jumeaux. Quelle était l'idée de base ?

Vous savez probablement qu'un des problèmes les plus déconcertants de la cosmologie contemporaine est l'absence d'antimatière dans notre univers. J'ai personnellement centré mon propos là-dessus quand j'ai publié en 1997, aux éditions Albin Michel, un ouvrage intitulé :

On a perdu la moitié de l'univers

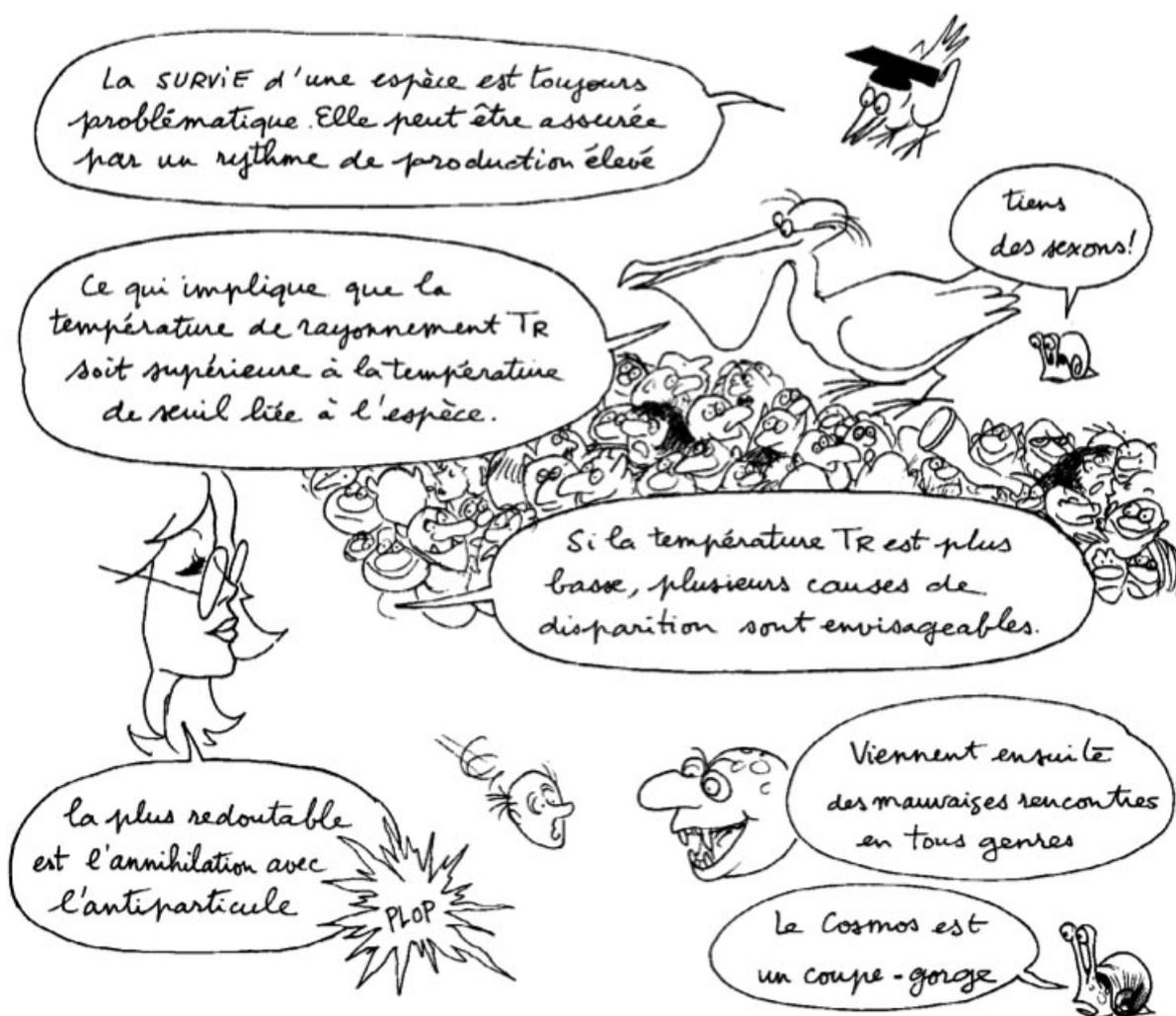
Echo médiatique strictement nul, si on excepte une interview en radio par un journaliste scientifique qui m'avait dit à l'époque : « je sais que cela me sera reproché ».

De quoi s'agit-il ?

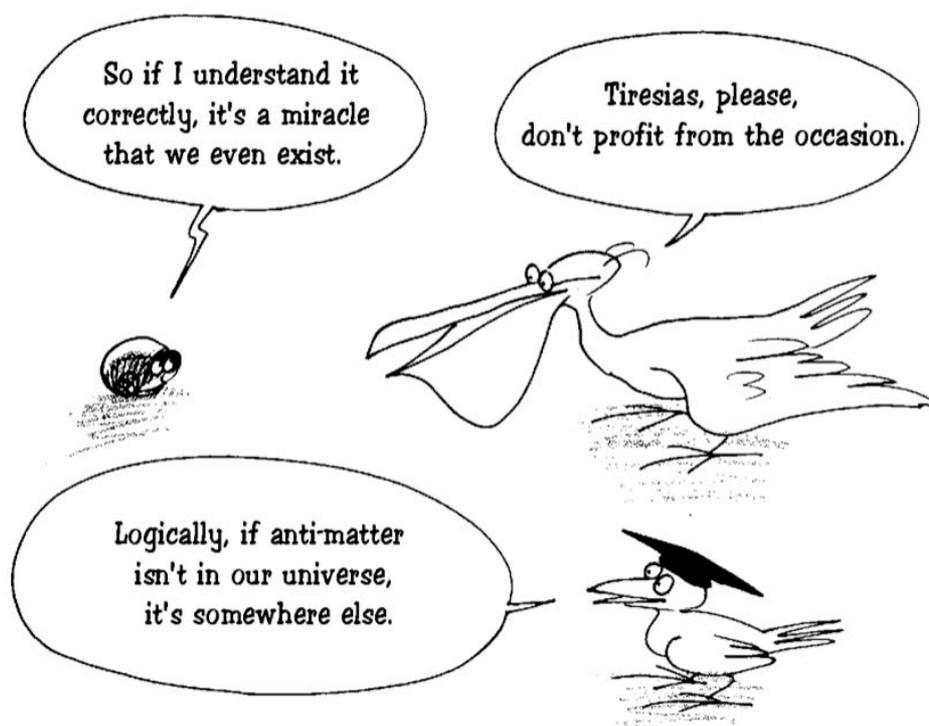
Considérons le modèle du Big Bang. Je vous incite à lire ou relire la bande dessinée, que j'ai publiée en 1994, il y a 22 ans, ayant ce titre, maintenant gratuitement téléchargeable sur le site de Savoir sans Frontières à l'adresse :

<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/BIG%20BANG.pdf>

Page 21 :



Quand la température de la « soupe cosmique » descend et devient inférieure à une certaine valeur les collisions entre photons ne parviennent plus à recréer les paires matière-antimatière (de masse et d'énergie positive), lesquelles s'annihilent mutuellement à un rythme effréné en se transformant en photons. A l'issue de cette « Saint Barthélémy » cosmologique, seule une paire sur sur un milliard survit.



Pourquoi ? Eh bien, personne n'en sait rien.

Des décennies plus tôt des chercheurs avaient envisagé que, comme cette antimatière est censée avoir également une masse positive, celle-ci ait pu donner naissance à des antigalaxies, constituées d'antimatière, émettant les mêmes photons que les galaxies faites de matière. Mais l'observation montre que les galaxies dérivent dans les amas, de telle façon que des collisions de galaxies (qui ont par ailleurs été observées) seraient inévitables. S'en suivraient des annihilations productrices de rayons gamma qui seraient alors détectables d'un bout à l'autre de l'univers.

Or la Terre ne reçoit pas cette puissante dégelée de rayons gamma.

Souriau avait suggéré que matière et antimatière se soient partagées chacun la moitié d'un espace (hyper)sphérique, sans qu'il en explique la raison. A la frontière entre ces deux mondes il y aurait alors eu un « no matter's land » issu des annihilations, qu'il croyait avoir détecté. J'ai d'ailleurs consacré quelques pages (58-60) à cette idée dans ma bande dessinée COSMIC STORY :

<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/COSMIC%20STORY.pdf>

Pendant des années Souriau crut déceler, dans une analyse confiée à son élève Roland Triay, le signe de l'existence d'un « no quasars' land ». Mais avec le temps, avec de nouvelles données, cette région du cosmos finit par se remplir. L'idée dut donc, à sa grande déception, être abandonnée.

En 1967 Sakharov suggéra que dans notre univers la production de baryons (protons, neutrons), à partir de quarks aurait pu être plus rapide que celle d'antibaryons (antiprotons, antineutrons) à partir d'antiquarks.

Situation inverse dans son hypothétique univers, jumeau du nôtre. Au résultat on aurait

Dans notre univers :

- *des photons, en tant que produit des annihilations, numériquement majoritaires dans un rapport un milliard de photons par proton, neutrons.*
- *un faible reliquat de matière dont nous sommes constitués.*
- *plus un reliquat équivalent d'antiquarks, d'énergie positive, dans un rapport 3 à 1, puisqu'il faut trois antiquarks pour former un antibaryon.*

Dans l'univers jumeau :

- *des « photons gémeaux » en tant que résultat d'annihilations.*
- *un reliquat « d'antimatière gémeaux »*
- *plus le reliquat correspondant de « quarks jumeaux ».*

Actuellement cette idée (assez vague) d'Andréi Sakharov reste la seule disponible pour tenter d'expliquer cette absence avérée d'antimatière cosmologique. En fait, cette question est si embarrassante que les scientifiques l'évitent, tout simplement. Si, aujourd'hui, une université ou un laboratoire tentait d'organiser un colloque sur ce thème et lançait un « call for papers », un appel à articles, il n'y aurait tout simplement pas ... de réponse. On pourrait lancer un avis de recherche ;

Perdue, la moitié de l'univers

Grosse récompense pour toute information permettant de la localiser

C'était donc le point de départ de Sakharov, mais il n'expliquait pas pourquoi ces deux univers auraient du être énantiomorphes et dotés de flèches du temps opposées.

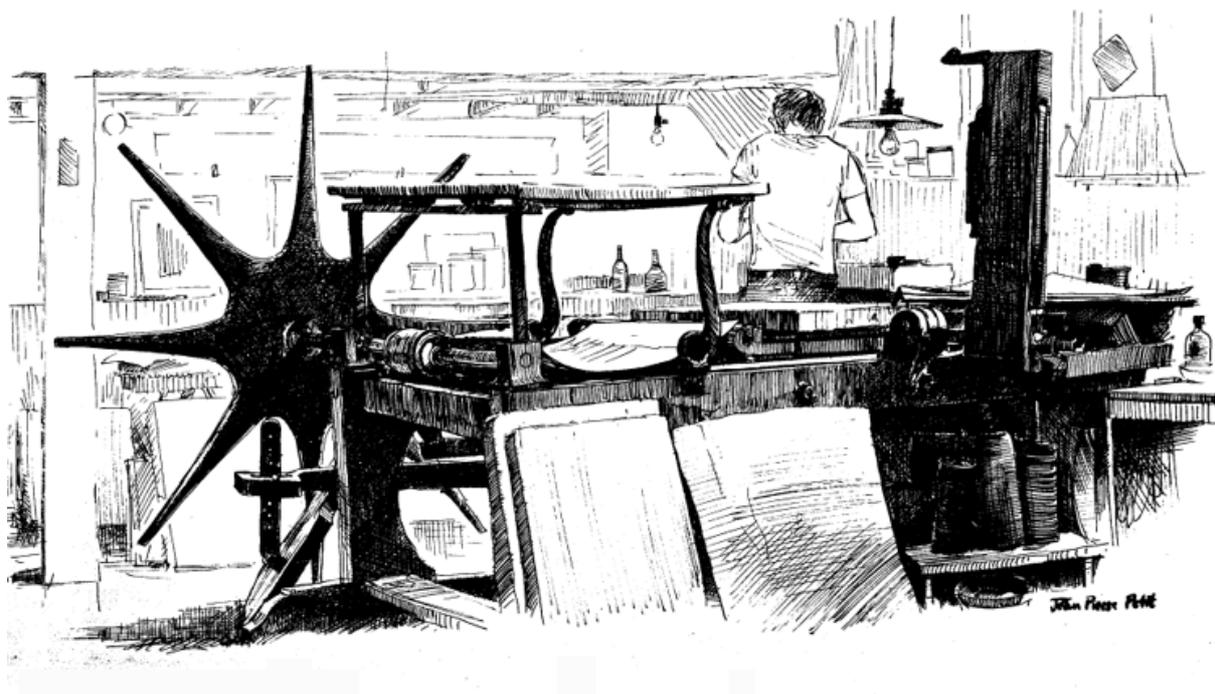
Dans ses articles ([1],[2],[3]) il introduisait seulement un lien entre ces deux univers : la singularité Big Bang.

J'ai commencé à essayer de mettre en forme ces idées d'univers jumeaux en 1975, sans avoir eu connaissance des travaux de Sakharov et cela a donné trois articles que j'ai pu publier aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris en 1977, grâce au mathématicien et académicien André Lichénrowicz, dont j'ai fait le portrait.



L'académicien André. [Lichnérowicz](#), 1915-1998

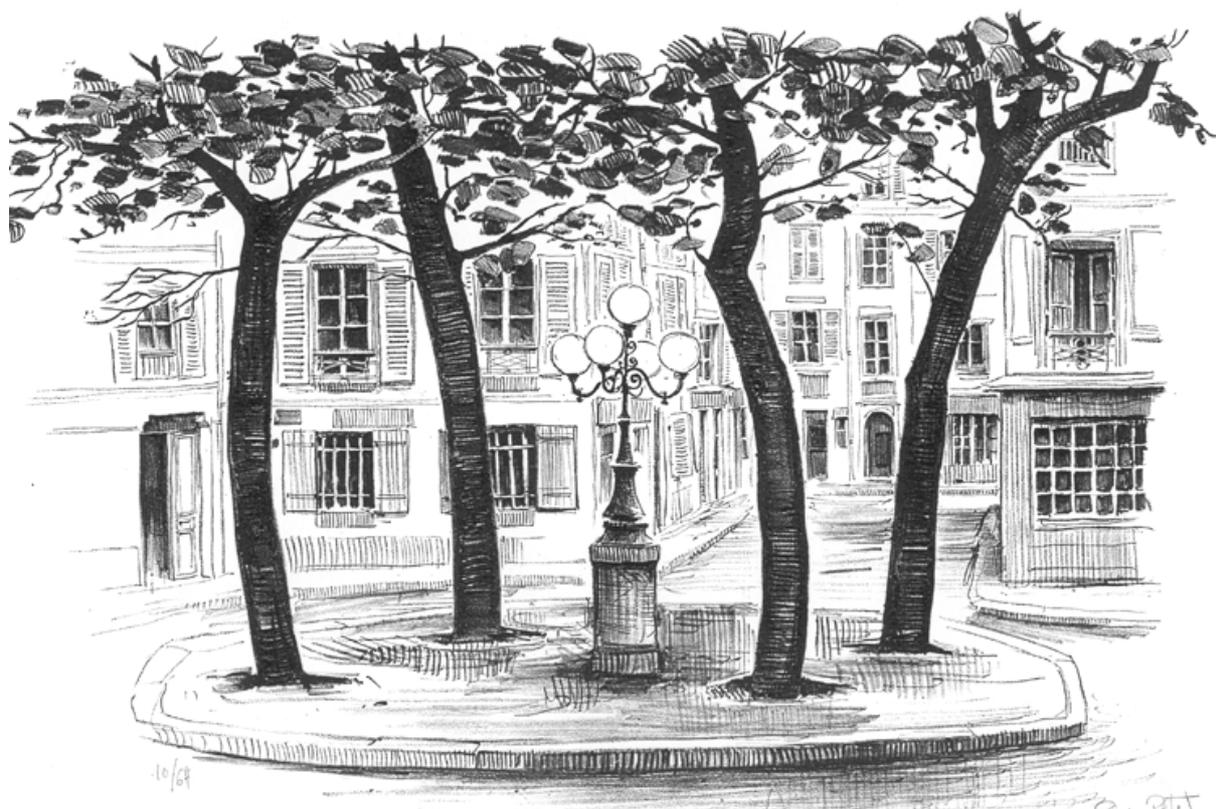
Je suis au départ issu de Supaéro, de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique de Paris, promotion 1961. En sortie d'école, après un très bref passage à l'Université de Princeton et mon service militaire j'ai essayé effectivement de vivre comme artiste. Ci-après un dessin à la plume de ma « bête à cornes », de la presse lithographique avec laquelle je produisais des « lithos ».



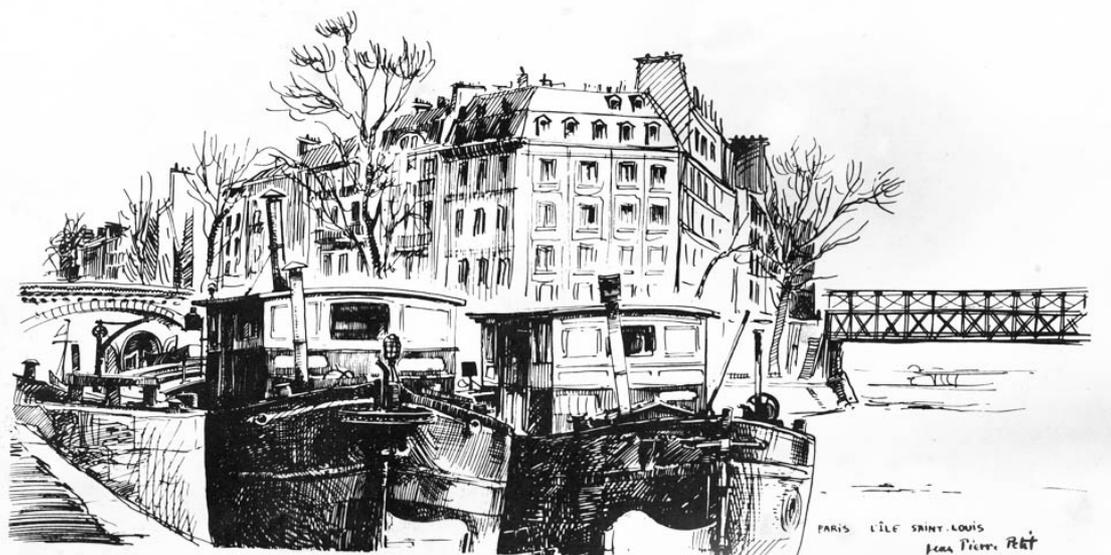
et quelques une des lithos que j'avais produites à l'époque :



La cour de Rohan, à Paris, du temps où elle était encore accessible



La Place Furstemberg



L'île Saint Louis

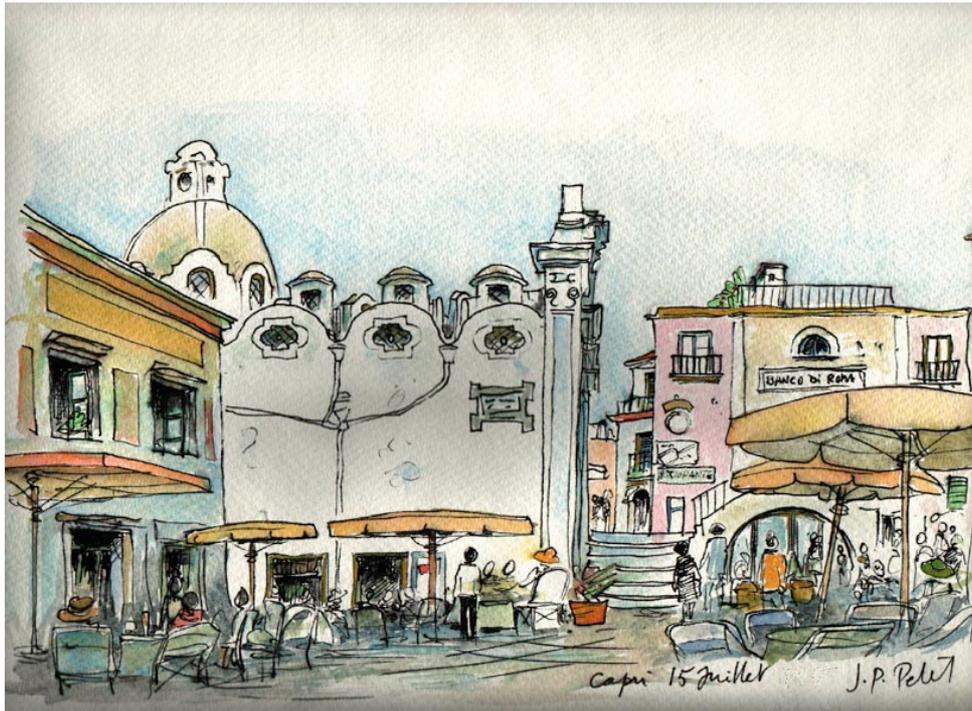


Une vue du Pont des Arts, avant l'installation de la voie sur berge

Je m'étais aussi exercé à la gravure sur cuivre :



et à l'aquarelle :



Italie : La placette de Capri

Mais, comme on peut le voir, c'est comme pour la cosmologie, je travaillais « à l'ancienne ». Ca se vendait mal.

J'ai du ranger mes pinceaux et me replier sur la science.

Dans ce domaine ma trajectoire est assez variée. Après quelques années consacrées à la physique des plasmas je me suis replié sur le papier-crayon, d'abord dans la théorie cinétique des gaz appliquée aux plasmas, puis en astrophysique théorique. Cela a donné en particulier une communication faite en 1974 dans un colloque International sur la dynamique des galaxies, qui s'était tenu en en 1974 à l'Institut des Hautes Etudes de Bures sur Yvette. Téléchargeable à :

<http://www.jp-petit.org/ihes1974>

Il en sera bientôt question puisque Gilles et moi sommes en train de reprendre cette approche qui vise à déboucher sur le premier modèle de galaxie, mathématique s'entend³.

Mais retournons à la cosmologie :

³ En tant que solution de l'équation de Vlasov, décrivant le comportement d'un ensemble non-collisionnel de points-masses orbitant dans leur propre champ de gravité.

La version Newtonienne du modèle Janus

En 1977 j'avais donc, grâce à Lichnérowiczn publié trois papiers décrivant un modèle où on avait deux univers en interaction, dotés de flèches du temps opposées, de charges électriques opposées et de plus énantiomorphes⁴.

On peu télécharger ces trois articles à l'adresse :

<http://www.jp-petit.org/cras1977>

Disons que par rapport aux travaux de Sakharov (dont je n'ai eu connaissance qu'en 1984, soit 7 ans plus tard) mes deux univers étaient d'emblée en interaction, bien que cette modélisation ne soit pas relativiste.

Par la suite j'ai étendu cette approche au monde de la Relativité Générale ([4], [5], [6]), au prix de pas mal d'années de travail. Et cela a été encore plus difficile quand il s'est agi de placer des travaux aussi éloignés du mainstream dans des revues scientifiques de haut niveau. Cela nous amène une dizaine d'années plus tard, lorsque j'ai été amené à concrétiser scientifiquement une nouvelle idée, toute aussi exotique, considérant à envisager que la vitesse de la lumière ait pu varier au fil de l'évolution cosmique.

L'introduction d'une vitesse de la lumière variable.

C'est ce que j'ai donc fait en 1988[8]. Il se trouve que cette idée résout ce qu'on appelle en comologie le « paradoxe de l'horizon ».

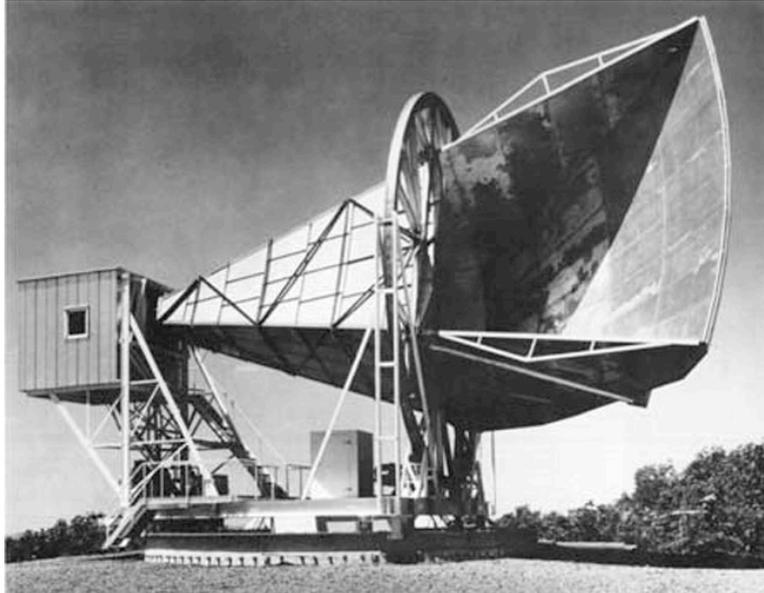
En astronomie il faut se résoudre à ne jamais avoir accès à ce qu'on appelle le présent. Quand on capture une image, celle-ci correspond par définition à l'allure qu'avait l'objet compte tenu du temps qu'auraient mis les photons à nous parvenir. Or, pendant que ceux-ci voyagent, l'univers grandit. On peut le comparer à un drap de lit et ces photons à des oscillations qui se baladeraient sur ce drap, dotées au moment de leur émission d'une longueur d'onde λ . Mais pendant que ces ondulations cheminent l'univers se dilate d'un facteur z . Ainsi, à la réception, ce qu'on capte, ce sont des photons de longueur d'onde $z\lambda$.

Les astronomes s'intéressent tout particulièrement aux photons émis quand l'univers était âgé de 380.00 ans. On verra plus loin pourquoi cet âge revêt une importance particulière. La température du milieu cosmoque est alors proche de 3000° et la longueur d'onde à l'émission proche de 4,8 microns, 4,8 millièmes de millimètres, ce qui correspond à de l'infrarouge.

Mais quand ces photons nous parviennent l'univers, entre temps, s'est dilaté d'un facteur mille. Aussi ce qu'on capte, ce sont des photons dotés d'une longueur d'onde mille fois plus grande (4,8 mm). Cela se situe alors dans les ondes radio⁵.

⁴ On dirait aujourd'hui CPT-symétriques

La première fois qu'un tel rayonnement a été capté, au milieu des années soixante-dix, l'idée n'avait pas été de tirer le portrait à l'univers primitif. On était au début de la conquête spatiale. Les Américains avaient imaginé de placer en orbite un ballon métallisé de trente mètres de diamètre, baptisé Echo, pour qu'il serve de réflecteur à des ondes radio émises depuis le sol, afin d'accroître leur portée. A cet effet deux ingénieurs, Penzias et Wilson ont conçu cette antenne réceptrice en forme de cornet pour sourd.



L'antenne conçue par Penzias et Wilson

Surprise : alors que le ballon Echo n'est pas encore en place ils reçoivent un signal ! Pire encore : l'intensité reçue est égale, dans toutes les directions. Ils se demandent d'abord s'il ne s'agit pas d'un dysfonctionnement de l'antenne. Des pigeons qui s'y étaient installés sont même mis en cause. Finalement des cosmologistes leur expliquent ce qu'ils captent et ce hasard leur vaudra le prix Nobel.

Maintenant pourquoi cet âge de 380.000 ans ?

Quand l'univers est âgé de 380.000 ans la température en son sein est de 3000° , qui est la température à partir de laquelle l'hydrogène s'ionise. L'univers se présente alors comme un plasma. Mais après cette date-seuil des 380.000 ans la température va descendre en dessous de 3000° . Le milieu va se désioniser : les électrons retournent sagement orbiter autour des noyaux et cessent d'interagir avec les photons. L'univers devient d'une extrême transparence, ce qui permet d'effectuer des observations à l'aide de nos télescopes, en captant des photons qui ont parcouru jusqu'à des milliards d'années lumière sans faire de mauvaises rencontres.

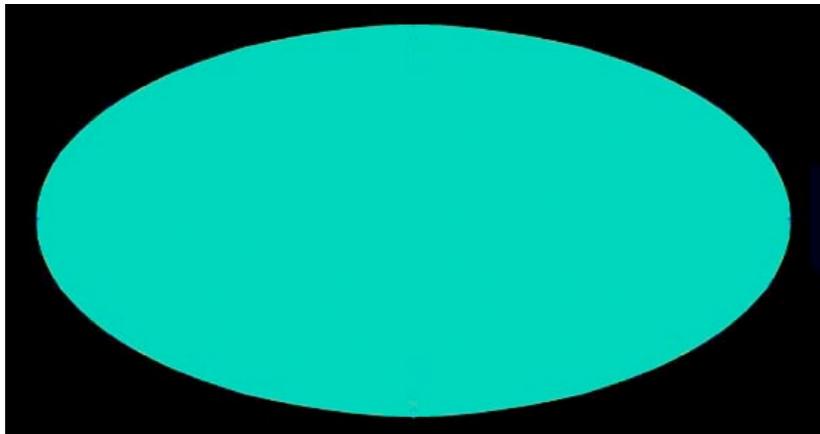
⁵ Il n'y a pas de différence de nature entre la lumière et les ondes radio. Ce ne sont que des ondes électromagnétiques de longueurs d'onde différentes.

Un plasma n'est pas quelque chose *d'opaque*. C'est un milieu *translucide*. Les photons sont absorbés, puis réémis un nombre incalculable de fois.

Le soleil est un milieu translucide, au sens où nous ne captions pas les photons qui sont émis dans ses entrailles, liés à l'énergie dégagée par la fusion. Quand cette énergie monte (très lentement) vers la surface du soleil, c'est au prix d'un nombre considérable d'absorbptions-réémissions. Et finalement, tout ce que nous pouvons retirer du message lumineux solaire ne concerne que la surface de l'astre.

Pour la même raison cette surface des 380.000 ans représente pour les observateurs un mur infranchissable. On ne pourra qu'émettre des hypothèses sur ce qui se passe « derrière de mur » c'est à dire antérieurement à 380.000 ans.

En 1988 on met en orbite le satellite COBE pour enregistrer avec plus de précision ce dernier message cosmique. Et là, nouvelle surprise. On reçoit cela :



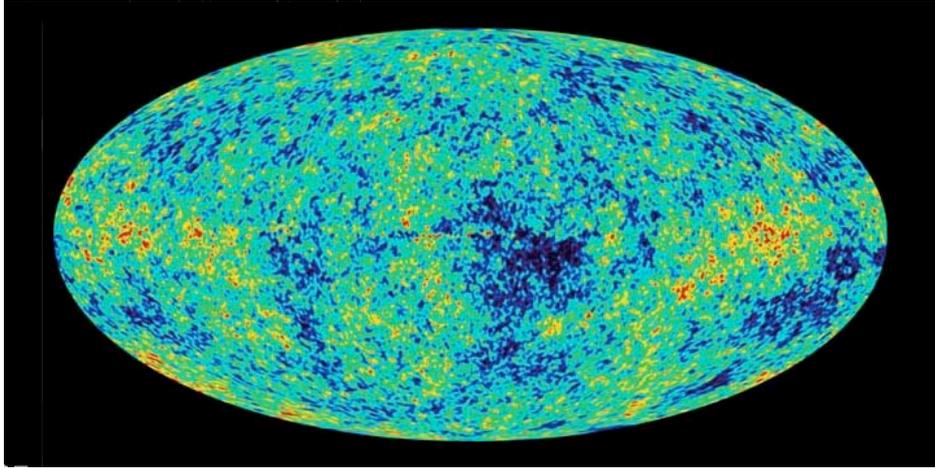
Les données de COBE (sans accentuation du contraste)

Cette ellipse représente l'ensemble de la voute céleste. De même, la classique « projection de Mercator », ci-après, représente l'intégralité de la surface terrestre :



Cartographie « Mercator transverse » de la Terre

Ca n'est qu'en effectuant une accentuation du contraste de densité d'un facteur 100.000 qu'on obtient l'image ci-après :

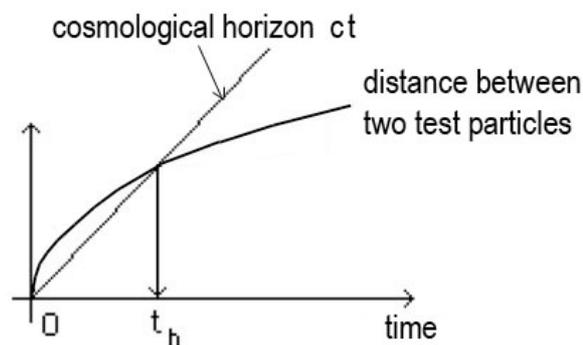


Le fond de rayonnement cosmologique, après accentuation

L'extrême homogénéité de l'univers primitif

Comment justifier une telle homogénéité ?

A priori, pour que celle-ci puisse se justifier il faut que les différentes régions de l'univers puissent interagir les unes avec les autres. Quand on pense interactions, on pense ondes électromagnétiques, lesquelles se propagent à la vitesse de la lumière. A partir d'un « instant zéro » on imagine donc des ondes qui se propageraient à la vitesse c et dont le rayon croîtrait donc comme ct . Cette sphère qui entoure chaque particule est ce qu'on appelle *l'horizon cosmologique*. Mais l'univers connaît une phase primitive d'expansion beaucoup plus rapide. C'est même encore beaucoup plus que ça puisque près de cet instant zéro la vitesse d'expansion est carrément infinie ! Voir la courbe ci-après :



Comparaison entre l'horizon cosmologique et la distance moyenne entre deux particules

Le Russe Linde (émigré par la suite aux Etats-Unis) a apporté sa propre réponse à cette question en proposant une théorie qui a pour nom *l'inflation*, plus facile à comprendre

pour des anglophones puisque *to inflate* en anglais veut dire se gonfler. Il suggère donc que quand l'âge de l'univers se situait entre 10^{-36} et 10^{-33} sec celui-ci aurait subi une expansion d'un facteur 10^{26} : un, avec vingt six zéros. Voir :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Inflation_cosmique

Qu'est-ce qui peut produire un truc pareil ? Réponse : un champ *d'inflatons*, une nouvelle particule hypothétique.

Quand est apparu cette théorie de Linde on a tout de suite mis en avant les problèmes qu'elle entendait résoudre, et qui ne concernait pas seulement l'homogénéité de l'univers. Il existait une autre théorie, dite de la Grande Unification (des forces primordiales) selon laquelle d'autres particules toutes aussi hypothétiques, appelées *monopoles magnétiques* auraient du peupler le cosmos, y compris jusqu'à nos jours. Leur absence posait problème et la théorie de l'inflation, qui expliquait leur absence, arrivait à point nommé. A ce sujet l'astrophysicien anglais Sir James Rees faisait remarquer avec un humour très britannique qu'on aurait du mal à être impressionné par une théorie qui explique l'absence de particules dont l'existence est elle-même hypothétique. De même qu'on ne peut pas non plus accorder foi à une médecine préventive qui serait censée lutter contre une maladie qui n'aurait jamais été observée.



En 1988 j'ai donc publié un article intitulé :

Cosmological model with variable velocity of light

C'est à dire :

Modèle cosmologique avec une vitesse de la lumière variable

Quatre ans plus tard le Canadien Moffat publiait également un article sur le sujet, en 1992. Et c'est dix ans plus tard, en 1988 que le Portugais Joa Magueijo proposa sa propre version

https://fr.wikipedia.org/wiki/Théories_d%27une_vitesse_de_lumière_variable

En fait, nos approches étaient totalement différentes. Eux ne touchaient qu'à cette vitesse c , alors que moi j'envisageais dès le départ des variations « conjointes » de *toutes* les constantes de la physique, en recherchant l'invariance de toutes les équations de cette même physique, à commencer par les équations de Maxwell.

Celle-ci se joue avec un petit nombre de « constantes fondamentales » :

c : vitesse de la lumière

G : constante de la gravitation

h : constante de Planck

e : charge électrique unitaire

M : masse

μ : perméabilité magnétique du vide

A cela j'ajoute deux « facteurs d'échelle », l'un, t , lié au temps et, a , l'autre à l'espace.

Quand on regarde toutes les équations de la physique on a coutume, en physique, de les rendre « adimensionnelles » en prenant des grandeurs de temps et d'espace adimensionnelles. Et j'obtiens alors un jeu :

$$\{ c, G, h, e, m, \mu, a, t \}$$

La question que je me suis posée, 1988 est :

- *Y a-t-il une relation liant toutes ces grandeurs qui laisse toutes les équations de la physique (Schrödinger, Maxwell, équation d'Einstein, de Boltzmann, etc) invariantes ?*

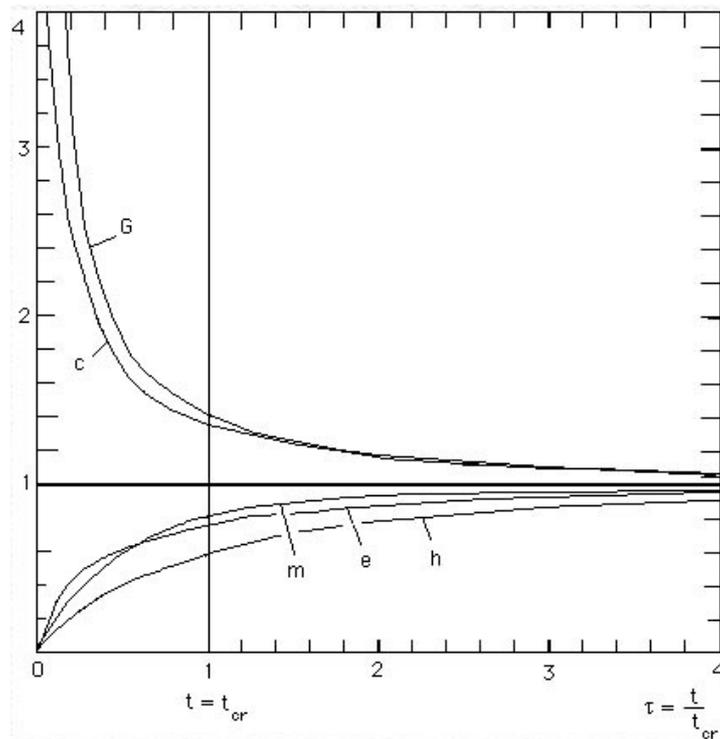
Il n'existe qu'une *unique* façon de faire varier toutes ces grandeurs conjointement ⁶.

La physique « derrière le mur »

On a déjà parlé plus haut que ce « mur » des 380.000 ans. Derrière, l'univers est « inconnaissable ». Les cosmologistes ne peuvent que spéculer, sans disposer de données observationnelles. Ils le font en supposant implicitement que les équations qui régissent ce monde « au delà du mur des 380.000 ans » est la même.

Cette théorie va dans ce sens, et prône que cette physique serait effectivement la même. J'ai poursuivi cette approche à travers deux nouvelles publications, en 1995 [9] et en 2000 [10]. Sur la figure ci-après voici comment s'inscrivent les variations de ces constantes :

⁶ C'est ce qu'on appelle une « relation de jauge »



Variation des différentes constantes (en mode « réduit »)

Comme on peut le voir, quand on se rapproche de l'origine G et c tendent vers l'infini, alors que les masses, la charge électrique et la constante de Planck tendent vers zéro. J'ai oublié d'indiquer la variation de la perméabilité magnétique du vide, mais c'est du même tonneau.

Ces grandeurs se comportent alors comme des constantes absolues dès que l'univers émerge de son « ère radiative », c'est à dire quand le contenu en énergie du cosmos est principalement sous forme de matière ⁷.

Il y a eu d'autres modèles, en particulier ceux de Moffat et de Magueijo, mais aucun n'a fait souche, pour des tas de raisons. A l'opposé du mien ils ne préservent pas la « constante de structure fine » ou « l'invariance par le groupe de Lorentz », ce qui veut simplement dire que la physique qui émerge de leurs tentative cadre mal à ce qui émerge des équations de la physique.

Ceci étant, ma publication de 1988 a été et reste totalement ignorée depuis 28 ans. Il ne suffit pas de réussir à franchir le barrage des referres dans les revues scientifiques. Encore faut-il pouvoir présenter ses théories dans des colloques, « faire monter la mayonnaise », amener d'autres chercheurs à se rallier à ses idées. Pour moi c'était exclu faute de frais de missions pendant ... 40 ans.

⁷ Cela pourrait étonner des lecteurs qui se diraient « comment la matière peut elle dominer, alors qu'elle est ne représente, numériquement, que le milliardième du contenu du cosmos ? ». Mais si n'énergie mc^2 des masses se conserve, l'énergie des photons, variant comme l'inverse de leur longueur d'onde, s'effondre.

La science contemporaine, dans le flou où elle se trouve actuellement, se résume à du marketing. L'écho des travaux dépend pour une bonne part des revues de vulgarisation scientifique qui sont comme les tabloïds du monde de la recherche.

Je prends un exemple récent, la page de couverture du Science et Avenir d'octobre 2016, où on peut lire :

L'antimatière révèle les secrets de l'univers

C'est un titre qui ne veut rien dire. L'article-phare se centre sur une manip en cours de montage au CERN, où on pourra observer les comportements d'anti-atomes d'hydrogène, synthétisés, puis suffisamment ralentis (50 cm/s) dans le champ de gravité de la Terre.

Tomberont-ils vers le bas ou ... vers le haut ?

Personnellement mes travaux arrivent à la conclusion que cette antimatière-là, celle qu'on crée en labo se comportera que de la bête matière, parce que sa masse est positive. Il ne s'agit donc que d'un projet, pas d'un résultat. Un projet majeur, ceci dit. Rares sont les expériences de physique qui apportent une réponse dénuée de toute ambiguïté. Revenant à l'annonce faite par la revue : c'est plus « porteur », sur la couverture, de recourir au présent, et non au futur.

Et tout à l'avenant. Je me souviens, cela devait bien être il y a vingt ans, la revue Ciel et Espace titrait « Les flashes gamma : le mystère enfin éclairci ». J'achète la revue, je lis et je constate qu'on sait simplement ... de quelle direction de l'espace on reçoit ces signaux (toutes, en fait).

Les revues de vulgarisation scientifique, aujourd'hui, ne trouvent guère de sujets, en physique fondamentale⁸, vers lesquels pouvoir braquer leurs projecteurs. Pour bénéficier d'une publicité, il faut être dans leurs petits papiers.

C'est à cause d'une telle situation que des mouvements aussi stériles de la théorie des cordes ont pu accaparer les efforts des physiciens théoriciens pendant plus de trois décennies. Pensez au best-seller de Michael Geene : « l'Univers élégant » (The smart universe) :

QUELQUES PERLES DE "L'UNIVERS ÉLÉGANT" de Brian Greene

4e de couverture: Une révolution scientifique. De l'infiniment grand à l'infiniment petit. L'unification de toutes les théories de la physique

p.189: Nous verrons que la théorie des cordes, bien qu'elle soit la plus prédictive que les physiciens aient jamais étudié, ceux-ci ne sont pas en mesure de faire des prédictions suffisamment précises pour pouvoir être confrontées aux données expérimentales

p.252: Il est tout à fait envisageable que plus d'une génération de physiciens consacre sa vie à l'étude du développement de la théorie des cordes sans le moindre écho expérimental

p.300: Edward Witten (père des "cordes Cosmiques" et de la mythique "Théorie M") est considéré comme le digne successeur d'Einstein dans le rôle du plus grand physicien vivant. Certains vont même plus loin et disent qu'il est le plus grand physicien de tous les temps (...)



⁸ C'est totalement différent en matière de technologies.

Une autre approche, toute aussi stérile, prend aujourd'hui la suite, celle de la gravité à Boucles, dont le maître de jeu est Carlo Rovelli.

Ca ne veut pas dire que l'espace-temps ne soit pas quantifié⁹. Mais dans les faits, l'approche n'a à ce jour rien donné, ce qui fait dire à Rovelli « qu'on attend une idée nouvelle ».

Certes

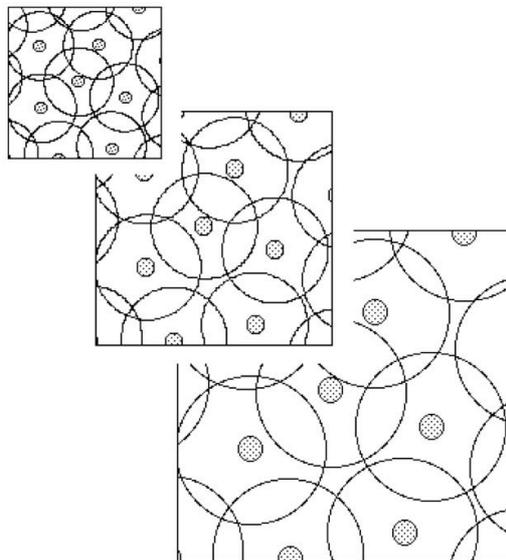
Quand je pense à cette idée « mainstream », celle de la variable temps qui se mue en variable d'espace, et vice-versa, ça n'incite guère à l'optimisme. Mais revenons à ce paradoxe de l'horizon. Dans le modèle Janus la vitesse de la lumière décroît au fur et mesure que la « taille a » de l'univers croît, selon la loi :

$$c \propto \frac{1}{\sqrt{a}}$$

A partir de là il est facile de voir comment se comporte l'horizon. Le calcul indique alors qu'il croît comme a ce qui assure l'homogénéité de l'univers à toutes les époques, pendant cette ère radiative :

$$\text{horizon} \propto a$$

Schématiquement :



Croissance de l'horizon cosmologique en fonction du temps

⁹ Je pense que c'est l'espace des phases, position-vitesse (x, y, z, u, v, w) qui est quantifié, constitué d'hypercases à 6 dimensions, dont le volume est égale au cube de la constante de Planck. Cette invariance débouche sur le principe d'Heisenberg $\Delta x \Delta y = h$ (barre)

Pour plus d'information se référer à une autre bande dessinée :

PLUS RAPIDE QUE LA LUMIÈRE

Jean-Pierre Petit

DOWNLOAD



http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/plus_rapide_lumiere/plus_rapide_que_l_a_lumiere.pdf

Une version moderne du paradoxe de Zénon d'Elée (490- 430 avant JC)

C'est le fameux paradoxe d'Achille et de la tortue

https://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxes_de_Zénon

Ceci étant, dans l'énoncé du paradoxe, Achille ne fait guère d'efforts pour rattrapper l'animal. C'est un Achille nonchalant, ou alors c'est une tortue gonflée aux amphétamines. En effet, on lit :

- Achille fait dix mètres, mais pendant ce temps la tortue fait un mètre.
- Alors Achille fait un mètre, mais sa tortue fait dix centimètres
- Etc

Qu'est-ce que le temps ?

Une heure ? C'est un tour de la grande aiguille sur le cadran de votre montre bracelet.

Un jour ? Une rotation de la Terre sur elle-même.

Une année ? Une révolution de la Terre autour du Soleil.

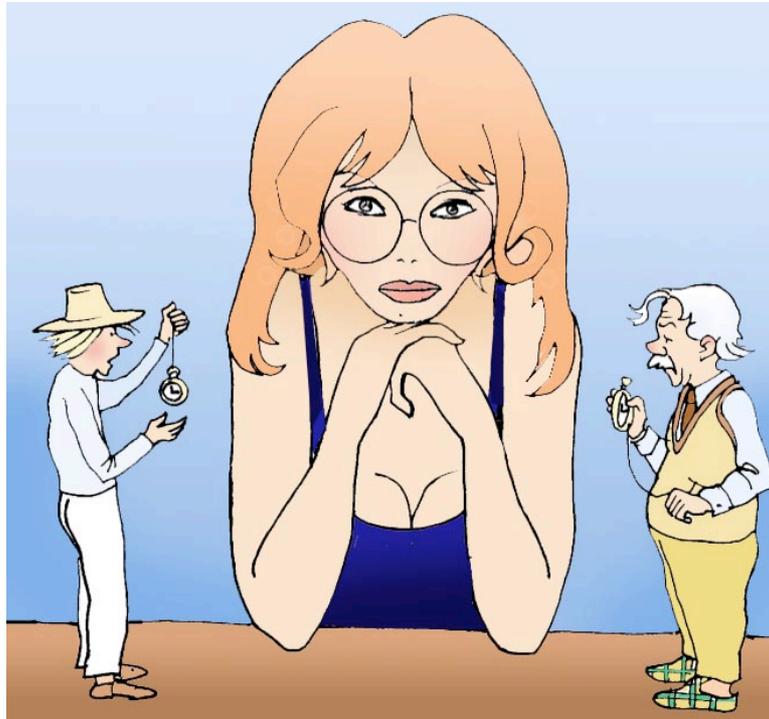
Bref le temps est un *angle*.

Comment envisager une mesure du temps dans la phase radiative, quand très vite tout ce qui compose le mélange cosmique chemine à une vitesse très proche de la vitesse de la lumière. Or on sait que le temps « gèle dans les chronomètres » quand tout va à la vitesse de la lumière.

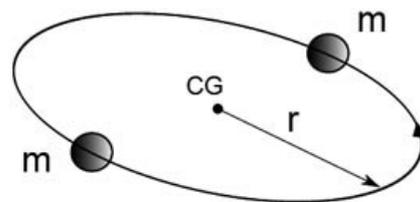
Référez vous à ma bande dessinée

TOUT EST RELATIF

<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/TOUT%20EST%20RELATIF.pdf>



Dans cette optique je choisis une horloge élémentaire, conceptuelle, qui soit constituée par deux masses orbitant autour d'un centre de gravité commun



Mon horloge élémentaire

Les masses, les distances et la constante de gravité varient au fil de cette évolution cosmique. La période de rotation varie aussi. A quoi se fier ? Au nombre de tours fait par cette horloge conceptuelle élémentaire depuis les origines. On calcule et on trouve

un nombre infini !

Sakharov, dans son discours de réception de son prix Nobel, en 1975, nous parle « du grand livre de l'univers ».

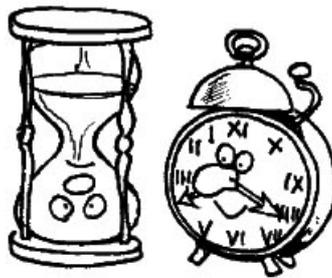
https://www.jp-petit.org/sakharov/discours_prix_nobel_sakharov/discours_prix_nobel_fr.htm

Ainsi, ce livre se trouve-t-il à la page « présent ». Les pages suivantes constituent « le futur » tandis que les pages précédentes se réfèrent au « passé ». On est donc tenté de feuilleter l'ouvrage à rebours (il a une épaisseur finie, appelée « temps ») pour accéder à la première page, où l'auteur est censé avoir consigné, dans une préface, les intentions qu'il poursuivait en rédigeant cet ouvrage.

Mais voilà, en feuillant le livre à rebours les pages deviennent de plus en plus fines. Et il apparaît au final que ce livre possède un nombre infini de pages ! Ainsi, impossible d'accéder à cet « instant zéro » !?

Cette situation signifierait qu'entre aujourd'hui et l'hypothétique « instant zéro » se situerait un nombre infini d'évènements microphysiques.

Voir un autre de mes ouvrages, intitulé LE CHRONOLOGICON



<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/LE%20CHRONOLOGICON.pdf>

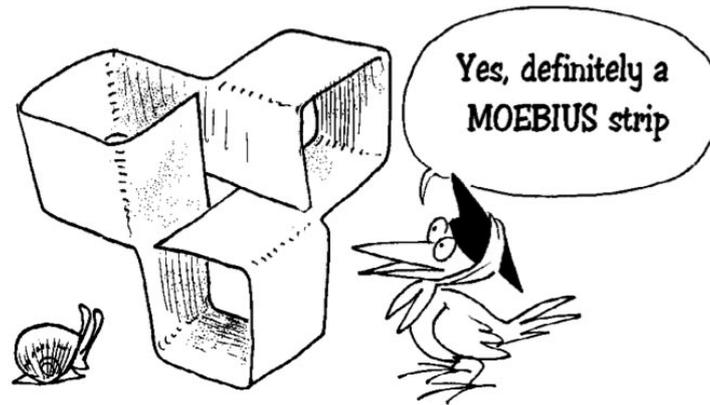
Qu'y avait-il avant le Big Bang ?

Il est possible que cette question soit tout simplement dénuée de sens. Il suffit de songer à cette genèse, selon Sakharov, qui aurait donné naissance à deux univers possédant des flèches du temps pointant dans des directions opposées. Qui peut imaginer une chose pareille ? D'où Sakharov avait-il tiré une idée aussi excentrique ?

Imaginez un espace temps à deux dimensions (une dimension d'espace et une dimension de temps) qu'on représenterait comme une sphère.

A son pôle nord, le Big Bang. Diamétralement opposé : le Big Crunch. L'espace est alors constitués de cerceles « parallèle », qui se reduisent à un point à l'instant zéro, au pôle nord. Puis le périmètre de ce cercle s'accroît, passe par un maximum à l'équateur, enfin diminue jusqu'à zéro, au pôle sud, vers le Big Crunch final.

Je vous renvoie vers une autre bande dessinée LE TOPOLOGICON



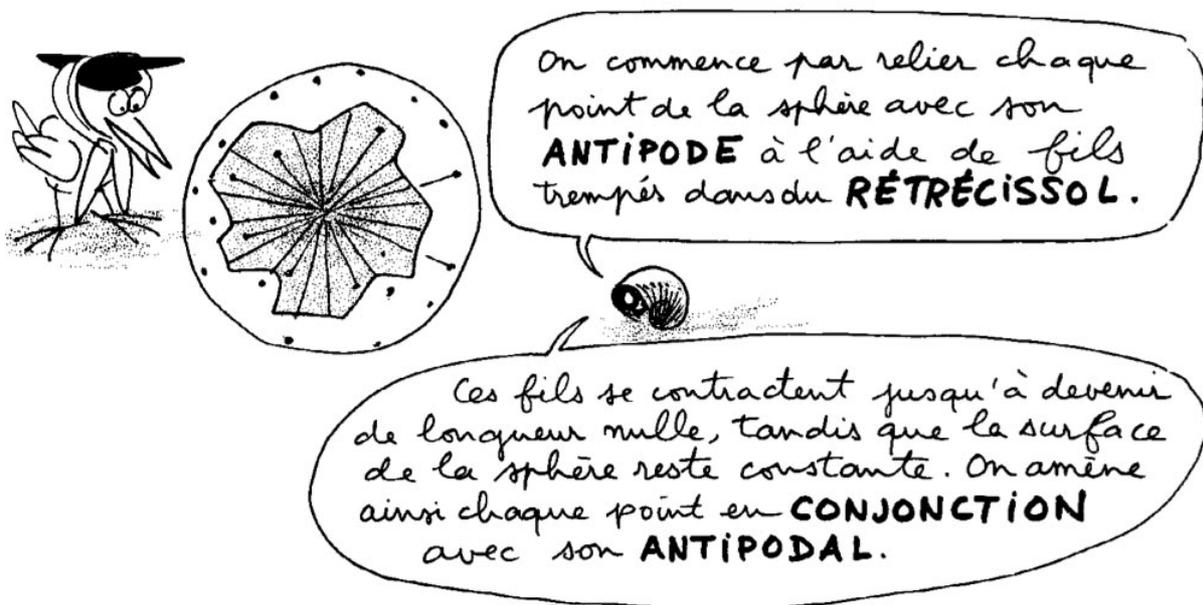
<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/LE%20TOPOLOGICON.pdf>

Rappelez-vous l'avertissement figurant en exergue :

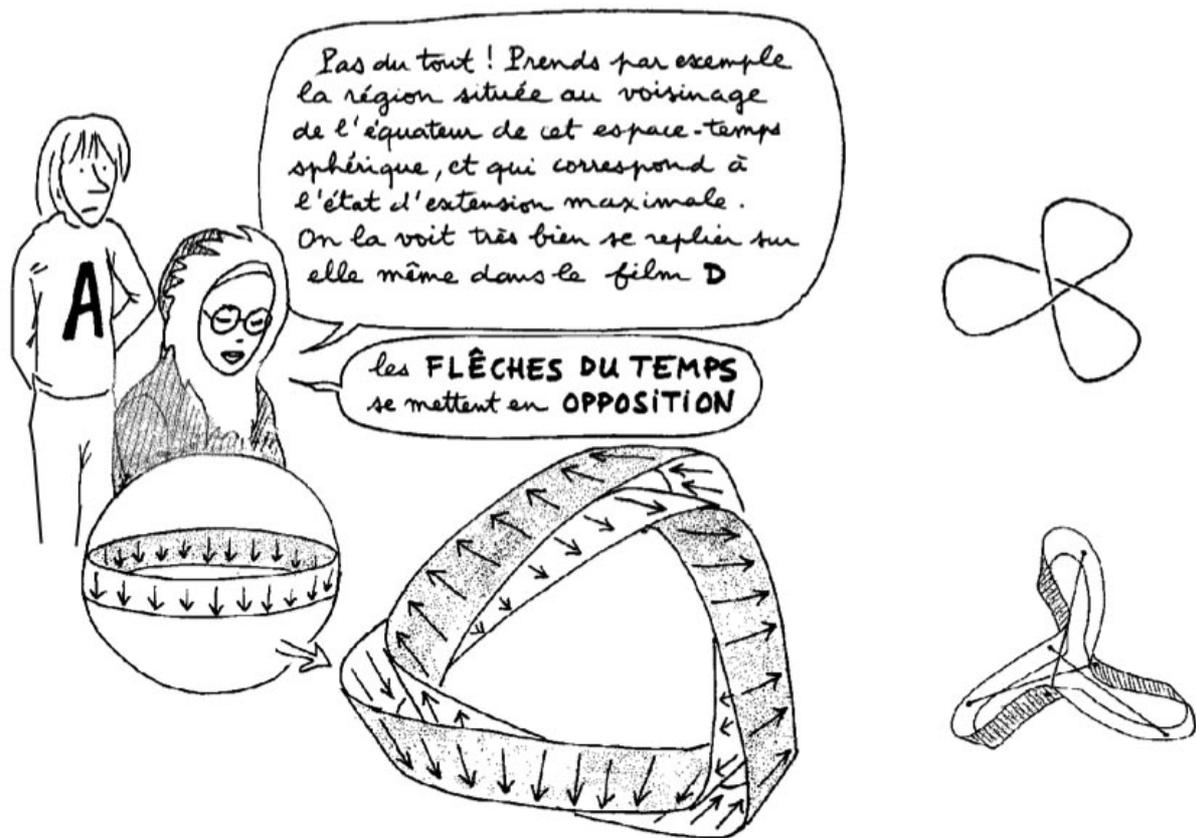
Il est déconseillé de lire cet album :

- *Le soir avant de s'endormir*
- *Après un repas trop riche*
- *Ou quand on est sûr de rien car ça ne ferait qu'aggraver les choses*

Sur notre sphère espace-temps établissons un lien entre points antipodaux :



Mettons ces points en coïncidence. On sait que le résultat va être de configurer cet objet comme le double revêtement d'une surface de Boy. L'album décrit tout cela. Sur le dessin ci-après on montre comment le voisinage équatorial se mue en double revêtement d'une ruban de Möbius à trois demi-tours, le résultat étant de mettre en coïncidence deux régions dotées de flèches du temps en opposition :



Cela ressemble diablement à ce thème de deux univers jumeaux en interaction, dotés de flèches du temps en opposition.

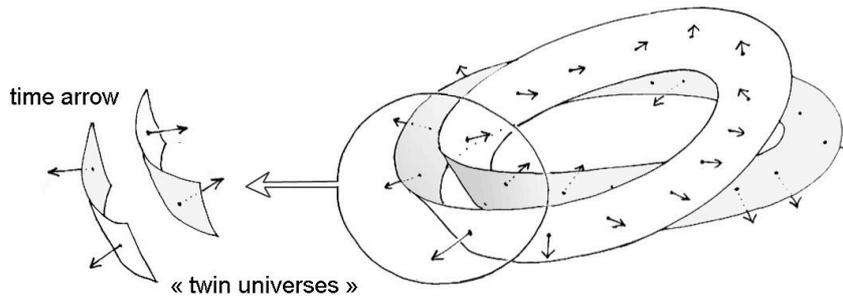
La naissance du temps

Cette histoire d'instant zéro, de l'avant Big Bang reste une question ouverte. Ce qui précède ne représente pas l'ultime vérité. Cela montre simplement combien il est hasardeux de manier des adverbes comme « avant ». Une image amusante est présente dans plusieurs des bandes dessinées citées et part de l'idée de Sakharov. Comment imaginer que deux flèches du temps puissent naître simultanément ?

Quand on est face à une surface on est tenté d'y définir un vecteur normal, orienté. On sait que c'est impossible pour un ruban de Möbius. Voir à ce sujet LE GEOMETRICON :

<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/LE%20GEOMETRICON.pdf>

Si on dispose une « couche de peinture » sur la face unique d'un ruban de Möbius cette surface devient alors bilatère, orientable. C'est ce que montre le dessin ci-après



La double disposition de la flèche du temps

Il pourrait en être de même du ... temps. La configuration géométrique correspondant au Big Bang correspondrait alors à une hypersurface totalement inorientable, où on ne pourrait définir ni droite, ni gauche, ni passé, ni futur. Simple remarque.

Seconde intrusion dans le monde relativiste

La Relativité Générale est entièrement centré sur une équation, celle d'Einstein. En ce début des années quatre vingt dix je me suis dit que pour gérer cette affaire d'univers jumeaux il allait peut être falloir envisager un changement profond du paradigme. J'ai ainsi envisagé que le cosmos puisse être décrit, non par une unique équation de champ, mais par deux.

En 1915 Einstein, qui avouait lui-même ne pas être si à l'aide que cela en mathématiques passe quelques mois avec un géant de la discipline, le mathématicien allemand David Hilbert. Celui-ci s'enthousiasme pour ce qui lui apparaît comme une façon totalement nouvelle de concevoir la physique¹⁰. C'est de cette collaboration qu'émerge cette équation de champ.

Vouloir toucher à ces arcanes de la science pouvait paraître très présomptueux. Il me fallut une bonne trentaine d'essais infructueux, ce qui prit six longues années, avant de réussir à placer un premier article dans la revue, très cotée, *Nuovo Cimento*, en 1974[7].

Sans trop savoir pourquoi je m'étais dit que ces deux matières imaginées par Sakharov pourraient avoir des masses de signes opposées et correspondre aux lois d'interaction, conjecturées :

- *La matière attire la matière par la loi de Newton*
- *La matière gémeillaire attire la matière gémeillaire par la loi de Newton*
- *Matière et matière gémeillaire se repoussent mutuellement par « anti-Newton »*

En Relativité Générale une solution de l'équation d'Einstein est ce qu'on appelle une *métrique*. C'est aussi une hypersurface.

¹⁰ Une approche "variationnelle"

Comment une surface peut elle être la solution d'un problème de physique ? Pour suivre cela plus facilement il serait bon que vous lisiez au préalable deux albums :

TOUT EST RELATIF, sur la Relativité Restreinte



<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/TOUT%20EST%20RELATIF.pdf>

Pour une première initiation au concept d'espace courbe : LE GEOMETRICON



<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/LE%20GEOMETRICON.pdf>

et enfin, pour bien comprendre le concept de géodésique : LE TROU NOIR



http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/LE_TROU_NOIR.pdf

En supposant que vous ayez lu ces albums et que la notion de géodésique vous soit devenue familière cela va me permettre d'expliquer comment on construit une solution en matière de Relativité Générale.

En 1916 Albert Einstein collabore donc avec le grand mathématicien allemand David Hilbert



David Hilbert (1862-1943)

Il est intéressant de reproduire une photo d'Einstein datant de cette époque :



Albert Einstein (1879-1955)

De cette collaboration émerge la célèbre « équation de champ »

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \chi T_{\mu\nu}$$

Comment construit-on une solution d'une telle équation ?

En mathématiques, face à une équation, on parle soit de « solution générale » soit plus modestement de « solutions particulières ». En Relativité Générale on est face à un problème si compliqué qu'il est d'emblée exclu de construire autre chose qu'un très petit nombre de solutions particulières. Celles-ci sont au nombre de deux :

- *des solutions stationnaires à symétrie sphérique¹¹*
- *des solutions ne dépendant que du temps, mais qui décrivent alors un cosmos uniforme ou les paramètres de la solution : densité, champ des vitesses, pression, température, ne dépendent pas du point considéré.*

Une solution de l'équation d'Einstein, c'est une métrique, c'est à dire un certain nombre de fonctions $g_{\mu\nu}(t, x, y, z)$ du temps et de l'espace.

- *Les premières solutions se réduisent à des fonctions $g_{\mu\nu}(r)$ où la variable r est une « coordonnée de distance ».*
- *Les secondes se réduisent à des fonctions du temps $g_{\mu\nu}(t)$*

Ces choix de solutions particulières sont suffisamment contraignantes pour donner à cette « métrique » une forme qui va permettre à partir de la définition des fonctions qui la constituent de calculer les composantes d'autre objet, qu'on appelle « le tenseur de Ricci ». Peu importe ce qu'est un tenseur. C'est encore une fois un autre ensemble de fonctions. A partir de celui-ci on calculera un scalaire, le scalaire de Ricci.

Tout est alors prêt pour être injecté dans le premier membre de l'équation. Mais il manque quelque chose : son second membre.

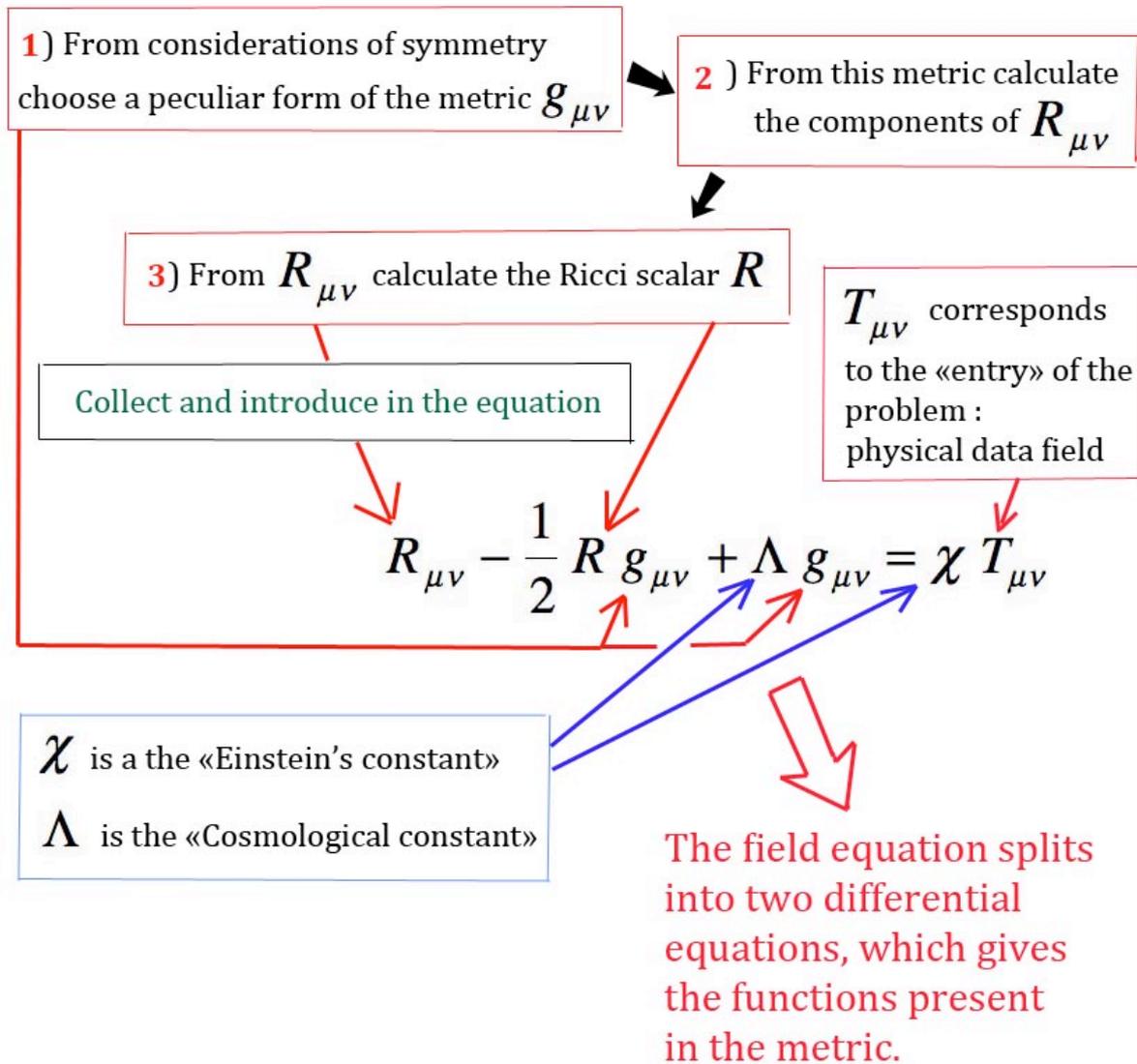
Celui-ci décrit les données physiques du problème, en accord avec les hypothèses de symétrie appliquées à la métrique. Ce second membre contient des grandeurs physiques : densité ρ et pression p .

- *Dans la première solution particulière, correspondant à l'hypothèse de stationnarité et de symétrie sphérique ces fonctions $\rho(r)$ et $p(r)$ ne dépendront que de la coordonnée d'espace r*
- *Dans la seconde configuration $\rho(t)$ et $p(t)$ ne dépendent que du temps.*

Tout ceci conduit à une forme particulière du second membre. On a alors le schéma :

¹¹ En fait il faut étendre le nombre de ces solutions stationnaires à trois, en incluant les solutions à symétrie axiale (métrique de Kerr). Réduisons cela à deux pour simplifier.

How to build a solution of Einstein's equation :



Les équations différentielles émergeant de cette technique permettent de calculer les fonctions constituant la métrique et par delà les géodésiques-solutions.

Le premier qui a trouvé une solution de cette inextricable équation est le mathématicien allemand Karl Schwarzschild, en 1916 :



Karl Schwarzschild 1873-1916

https://fr.wikipedia.org/wiki/Karl_Schwarzschild

C'est un brillant mathématicien et astronome de 41 ans, marié et père d'une petite fille de 3 ans. En 1916 il a la mauvaise idée de s'engager pour aller combattre sur le front russe. Depuis son cantonnement il construit sa fameuse solution et l'envoie à Albert Einstein qui, entre temps, est devenu éditeur pour le compte du Journal de l'Académie des Sciences de Prusse, à la suite du succès remporté avec sa théorie de la Relativité Restreinte.

Einstein a à cette époque a construit une solution approchée, également (auto)-publiée dans cette revue, qui rend compte de l'avance du périhélie de Mercure.

On sait en effet que les trajectoires des planètes, en forme d'ellipses, où le Soleil occupe un des foyers, « précessionnent ». Ces ellipses « tournent » au fil du temps. Leur périhélie¹² se déplace. Le calcul d'Einstein en rend compte. Schwarzschild produit une solution « exacte », exempte d'approximation, ce qui est remarquable et témoigne de sa maîtrise de ces mathématiques très sophistiquées et à la pointe de la recherche.

Mais il décède trois mois plus tard d'une affection auto-immune.

Ce qui est au passage important c'est qu'à partir de cette équation de champ une technique dite « de l'approximation Newtonienne ¹³ » permet de retrouver la loi d'interaction :

¹² Le point où la planète se trouve la plus proche du Soleil, le point le plus éloigné correspondant à ce qu'on appelle l'aphélie.

¹³ Qui se réfère alors à une région de l'espace où les vitesses des objets sont faibles devant celle de la lumière et on la courbe, produite par les masses avoisinantes, reste très modérée

- Des masses (positives) s'attirent mutuellement selon la loi $\frac{Gmm''}{d^2}$

Où d est la distance qui les sépare et G la constante de la gravitation

De l'impossibilité d'introduire des masses négatives dans l'univers

Ca n'est qu'en 1957, quarante années plus tard qu'Herman Bondi se posera la question : «qu'arrive-t-il quand on introduit des masses négatives dans le modèle ? »



Herman Bondi 1919 - 2005 »

Cette technique de l'approximation Newtonienne produit alors les lois d'interaction suivantes :

- une masse positive attire une autre masse positive selon la loi de Newton
- une masse positive attire une masse négative selon la loi de Newton
- une masse négative repousse une autre masse négative selon anti-Newton
- une masse négative repousse une masse positive selon anti-Newton

En un mot comme un seul :

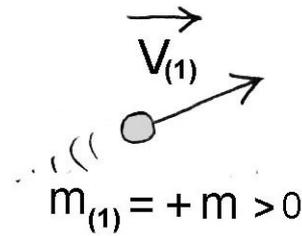
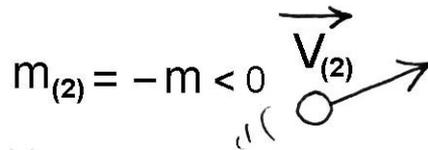
- Les masses positives attirent tout
- Les masses négatives repoussent tout

On remarque au passage que ceci n'est plus en accord avec le principe d'action-réaction. Mais cela produit aussi le paradoxe *runaway*, mot qui en anglais signifie : « partir au loin ».

Considérons par exemple deux masses de signes opposés. Nous obtenons le schéma :

PHENOMENE «RUNAWAY»

La masse positive (grise), repoussée, s'enfuit.
La masse négative (blanche), attirée par celle-ci, lui court après !!



Et l'énergie cinétique du couple est conservée ! $\frac{1}{2} m_{(1)} V_{(1)}^2 + \frac{1}{2} m_{(2)} V_{(2)}^2 = \text{Cst}$

L'ingérable paradoxe runaway

Une situation qui a dissuadé tous les chercheurs d'introduire des masses négatives en cosmologie pendant 57 années.

Sauf moi, parce que je ne connaissais pas l'existence de cet article !

J'aurais tendance à citer la boutade :

Ne sachant pas que ce problème était impossible, il l'a résolu

Comment se débarasser du phénomène runaway

Revenons à mon article de 1994 [7], qui représente le premier modèle cosmologique bimétrique¹⁴. Dans cet article

- $g_{\mu\nu}^{(+)}$ est la première métrique, qui se réfèrent aux masses positives
- $g_{\mu\nu}^{(-)}$ la seconde, liée aux masses négatives

Cela représente un changement complet de paradigme. Du jamais fait, du jmais vu.

Quel écho à ce travail depuis 22 années ?

Aucun. Et il en est de même en 2016, au moment où j'écris ces lignes, vis à vis de trois autres articles, également publiés dans des revues de haut niveau, en 2014 et 2015.

Je crois qu'on peut se dire que s'il n'y avait pas Internet ces travaux resteraient confinés dans une ignorance durable, ad vitam aeternam, et cela pour différentes raisons.

¹⁴ On trouve dans la littérature d'autres approches, comme celle de l'académicien Thibaud Damour, où on emploie deux matrices. Mais ces recherches n'ont aucun point commun avec mes travaux, étant donné que la seconde métrique se réfère à des gravitons dotés d'une masse, et même d'un « spectre de masse ».

- *Au premier abord ils seront immédiatement considérés comme des travaux fantaisistes, émanant d'un « scientifique amateur » et ne retiendront donc pas l'attention des « professionnels », des cosmic men patentés.*
- *Ils ne constituent pas une légère extension du modèle de la Relativité Générale. Ils proposent un changement radical*
- *En matière d'interprétation des observations ce modèle Janus met au placard les grands sujets du moment : la matière sombre et l'énergie noire, en réinterprétant les effets observés en les imputant à de la masse négative.*
- *Cette masse négative « n'est pas une forme particulière de matière sombre », laquelle a une masse positive.*

Que feront les journalistes scientifiques ? Ils questionneront immédiatement les experts, qui leur déconseilleront de perdre leur temps avec de telles sottises.

J'ai déjà dit que depuis quarante ans je n'ai pas pu me rendre au moindre colloque international pour y présenter et défendre ces idées.

Il y a huit ans j'ai voulu utiliser ce canal de mes bandes dessinées et cette possibilité que j'avais de les « publier » dans mon site

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

J'ai donc créé deux albums. Le premier est consacré à cette affaire de « constantes variables ».

http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/plus_rapide_lumiere/plus_rapide_que_la_lumiere.pdf

Dans la foulée j'en ai composé un autre, de 140 pages, où je me suis efforcé de présenter ce thème « gémellaire » du mieux que j'ai pu :

http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/univers_gemellaire/univers_gemellaire_complet.pdf



Quel a été l'écho ?

Strictement nul. : pas un message, rien, en huit ans.

Vox clamat in deserto

Quand Einstein, en 1917, propose sa théorie de la Relativité Générale, cela ne flanque pas par terre tout l'acquis en matière de mécanique Newtonienne. Celle-ci renb compte de très léger écarts (l'avance du périhélie de Mercure).

Il faut se dire que si cette Relativité Générale ne s'était pas imposée avec le temps, peut être aujourd'hui interpréterait-on cette avance du périhélie de Mercure à quelque « dark planet ». Il est à noter que c'est ce que fit l'astronome français Le Verrier. Celui-ci avait inscrit son nom dans l'histoire de l'astronomie en permettant la découverte de la planète Neptune, et cela en analysant les perturbations qui affectaient l'orbite de la planète

Uranus. Le Verrier avait dit « il doit y avoir, par là, une planète inconnue, responsable de cet effet. En 1846 la planète est découverte, à un degré de l'endroit indiqué par le Verrier.

Ainsi, des années plus tard Le Verrier calcula la masse et les paramètres orbitaux d'une planète qu'il baptisa Vulcain, dont l'orbite se serit située plus près du Soleil, mais qui ne fut jamais découverte.

Mais l'avance du périhélie de Mercure n'était pas le phénomène dont il fallait rendre compte. Le second était la déviation des rayons lumineux par les masses (en l'occurrence par celle du Soleil) qu'aucune « planète noire » ne saurait produire.

Le modèle Janus sera difficile à faire passer, peut être ne se fera-t-il pas de mon vivant. Cela remet trop de choses en question. Depuis des décennies les astrophysiciens on créé des nouveaux mots, comme matière sombre, énergie noire. Des milliers d'articles ont déjà été consacrés au sujet. Il serait bien difficile de tout jeter d'un coup aux orties pour le remplacer par autre chose.

Toujours en imputant des phénomènes de mirage à une matière sombre invisible on ne compte plus les astrophysiciens qui ont entrepris de cartographier cette composante invisible du cosmos, en faisant travailler nuits avec jours les plus puissants ordinateurs de la planète. Est-ce qu'on imagine tout cela soudain classé au rayon pertes et profits, à cause de deux hurluberlus de Français ?

Même le sacro-saint modèle du trou noir, le deus ex machina du monde moderne, serait à remettre sur le métier, comme j'ai commence à le faire dans un article paru en 2014 dans moderne Physics Letters A[13] .

C'est donc avec un certain pessimisme que j'écris le présent article.

Comment imaginer quela communauté scientifique accepterait de remplacer l'équation d'Einstein par les « équations de Petit » :

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} R^{(+)} R_{\mu\nu}^{(+)} = \chi \left[T_{\mu\nu}^{(+)} + \sqrt{\frac{g^{(-)}}{g^{(+)}}} T_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} R^{(-)} R_{\mu\nu}^{(-)} = -\chi \left[\sqrt{\frac{g^{(+)}}{g^{(-)}}} T_{\mu\nu}^{(+)} + T_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

Une remarque en passant. Ce modèle Janus ne contredit pas ce qui a jusqu'ici émergé de l'équation d'Einstein, au plan des observations locales. On a dit plus haut que les masses positives et les masses négatives s'excluaient mutuellement.

Ainsi, au voisinage du système solaire c'est la masse positive qui domine. Dans les équations, la contribution de la masse négative correspond au terme $T_{\mu\nu}^{(-)}$. Or, dans ce voisinage solaire il est pratiquement nul. Le système se réduit alors à :

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} R^{(+)} R_{\mu\nu}^{(+)} \cong \chi T_{\mu\nu}^{(+)}$$

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} R^{(-)} R_{\mu\nu}^{(-)} \cong -\chi \sqrt{\frac{g^{(+)}}{g^{(-)}}} T_{\mu\nu}^{(+)}$$

La première équation s'identifie alors à l'équation d'Einstein¹⁵.

Que signifie alors cette seconde équation ?

On en tire la seconde métrique, qui permet de calculer la trajectoire que suivrait une masse négative, une « particule-témoin », qui se serait égarée dans le voisinage solaire.

Tout cela est très joli, mais comment voulez-vous « vendre » une chose pareille. D'autant plus que les Cosmic Men s'arqueboutent sur les portes des séminaires. Au moment où j'écris ces lignes je constate que la quinzaine de propositions que j'ai adressées dans toutes les directions sont restées lettre morte. Les gens ne répondent pas, tout simplement¹⁶.

Le contexte géométrique du modèle Janus.

En 1905 Albert Einstein introduit la Relativité Restreinte. Celle-ci se traduit par une nouvelle représentation de l'univers. C'est un changement profond de géométrie.

Avant Einstein les hommes vivaient, confortablement installés dans l'idée qu'ils habitaient un espace Euclidien (x , y , z), tridimensionnel, où la lumière cheminait en ligne droite dans le vide, où le théorème de Pythagore s'appliquait en tout point du Cosmos, à toutes les échelles et n'importe quel jour de la semaine. Et voilà que tout d'un coup on leur dit :

¹⁵ Sans la constante cosmologique, puisqu'à des distances comparables à celle de la taille du système solaire celle-ci serait de toute façon négligeable.

¹⁶ Au rayon des démarches infructueuses : l'Institut des Hautes Etudes de Bures sur Yvette et son responsable, l'académicien Thibaud Damour, le séminaire de l'école Normale Supérieure, l'Institut d'Astrophysique de Paris, Le laboratoire Univers Theorie, le Luth, les observatoires de Paris, Meudon, Nice, Toulouse, le Centre de Physique Théorique et Le Centre de Physique des Particules de Marseille, le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille, Le Centre de Mathématique et d'Informatique de Marseille, le département d'astrophysique du CEA. Parmi les personnalités : le spécialiste des trous noirs Jean-Pierre Luminet, l'Académicienne Françoise Combes, le mathématicien Jean-Pierre Bourguignon, le philosophe des sciences Etienne Klein. Je suis en train d'écouter dans « la tête au carré » David Elbaz, qui ne m'a pas répondu non plus et qui ne tarit pas à propos de son livre « A la recherche de l'univers invisible », chez Odile Jacob (qui ne me répond pas non plus).

- *Vous avez tout faux. Sachez que vous n'habitez pas dans un espace 3D, mais un espace temps 4D et que celui-ci est un espace de Minkowski.*

Cette simple phrase concentre à elle seule tous les aspects de la Relativité Restreinte. On n'a pas besoin de plus pour retrouver tout cela. Alors, vous allez me dire :

- *Bon, vous m'apprenez, ce que j'ignorais, que je vis dans un espace de Minkowski. Mais qu'est-ce que ça change au juste ?*
- *Dans votre ancien espace euclidien, si vous considérez un triangle rectangle, vous êtes en droit d'appliquer le théorème de Pythagore :*

Le carré de l'hypothénuse, est égal, si je ne m'abuse, à la somme des carrés, des deux autres côtés.

Vous pouvez imaginer un volume comme une pièce où tous les angles entre le plafond, les murs, le sol, sont droits. Vous vivez dans des parallélépipèdes rectangles. Ce faisant vous constaterez alors que le carré de la longueur de la plus grande diagonale est égale à la somme des carrés des trois autres côtés.

Vous pouvez alors envisager des déplacements élémentaires selon ces trois coordonnées $\{ x, y, z \}$ qu'on appellera $\{ dx, dy, dz \}$. Alors le carré de la longueur du vecteur $d\vec{s}$ déplacement élémentaire dans cet espace euclidien sera :

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$$

A noter que ceci correspond à la *métrique* de cet espace euclidien.

Une «métrique» c'est donc la façon dont on calcule la longueur dans un espace où les points sont repérés par des coordonnées. Cela vaut quel que soit le nombre des dimensions. Attendu que ces dimensions permettent de repérer les points dans cet espace. Si nous vivons dans un espace quadrimensionnel dont les points sont cette fois repérés par quatre coordonnées $\{ t, x, y, z \}$ on aura la métrique qui va avec.

Avant d'écrire celle-ci dans toute sa généralité (la «métrique de Minkowski») envisageons un espace-temps à deux dimensions dont les points soient repérés par deux coordonnées $\{ t, x \}$. Considérons un petit déplacement $\{ dt, dx \}$ dans cet espace.



Hermann Mikowski 1864-1909

Décédé à 44 ans d'une appendicite

Et Minkowski de dire¹⁷ :

$$ds^2 = dx^2 - dx^2$$

Vous allez aussitôt dire :

- *Sapristi, vous allez me dire que dans cet espace le carré de l'hypothénuse est égal à la différence du carré des deux autres côtés ! Comment vais-je faire pour faire entre une chose pareille dans ma pauvre tête ?*

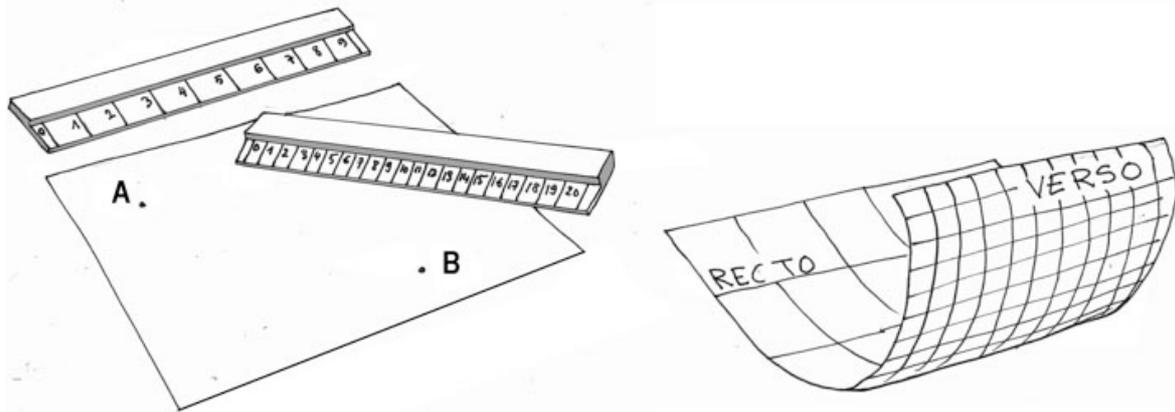
Vous ne pouvez pas intégrer cela mais, rassurez-vous, *je ne peux pas le faire non plus !* Simplement parce que nos cerveaux ne sont pas câblés pour ça. Et c'est la même chose pour la Mécanique Quantique.

Au passage on peut écrire la métrique de Minkowski complète

$$ds^2 = dx^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Le modèle Janus introduit un concept complètement différent. Tout cela revient à dire que dans l'espace où nous vivons on dispose *deux* façons d'évaluer la longueur séparant deux points.

¹⁷ En prenant pour simplifier une vitesse de la lumière égale à 1.



Une surface 2D avec deux façons de mesure les distances

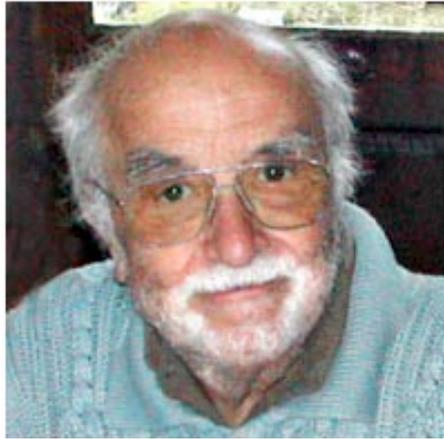
En physique on emploie fréquemment le concept *d'observateur*. Dans le modèle cosmologique Janus on doit préciser de quelle matière l'observateur celui-ci est constitué : de masses positives ou de masses négatives. Selon le cas l'univers lui présentera un « faciès » différent. D'où la raison pour laquelle j'ai choisi ce vocable Janus. Mais on pourra vérifier que ce dieu est également « celui qui regarde à la fois vers le futur et vers le passé ». Ainsi on achope avec cette idée selon laquelle inverser le temps c'est inverser la masse. Pour accéder à ces notions il faut suivre le mathématicien Jean-Marie Souriau dont la démarche est décrite dans l'annexe de la bande dessinée.



L'UNIVERS GEMELLAIRE

http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/univers_gemellaire/univers_gemellaire_complet.pdf

Le personnage au chapeau pointu étoile c'est évidemment



[J.M.Souriau](#) 1922-2012¹⁸

Ce qui reste assez étonnant c'est que son nom ne soit pas cité dans la page Wikipedia consacré à la physique mathématique.

https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_physics

Il existe une raison à cela. Souriau n'a jamais voulu parler ou lire un seul mot d'anglais. Il a écrit tous ses ouvrages en français et ses travaux ne sont connus que d'un nombre infime de mathématiciens.

Une vidéo où on nous voit tous les deux, au domicile de Jean-Marie :

<http://www.jmsouriau.com/Videos/JMSouriau.mp4>

S'agissant de ce rapport entre inversion du temps et inversion de l'énergie, l'ouvrage de référence est

Structure des Systèmes Dynamiques,

paru en 1970 au éditions Dunod. Son fils Jérôme et moi lui avons créé, peu de temps avant sa mort, un site internet où il est possible de retrouver l'ensemble de son œuvre.

<http://www.jmsouriau.com>

¹⁸ Jean-Marie Souriau et Jean-Pierre Petit à :
<http://www.jmsouriau.com/Videos/JMSouriau.mp4>

Le fameux théorème liant l'inversion du temps et de l'énergie est immédiatement accessible dans le chapitre III de l'ouvrage,

<http://www.jmsouriau.com/Publications/JMSouriau-SSD-Ch3.pdf>

et plus précisément page 198, équation (14.67) :

Cette formule s'applique aux cas $I = I_s$, $I = I_t$ (inversions spatiale et temporelle); le calcul de $I_{s,g}$ et $I_{t,g}$ donne (avec les notations (13.59))

$$(14.67) \quad \left. \begin{array}{l} I_s : |1 \rightarrow 1; \quad \mathbf{g} \rightarrow -\mathbf{g}; \quad \mathbf{p} \rightarrow -\mathbf{p}; \quad E \rightarrow E \\ I_t : |1 \rightarrow 1; \quad \mathbf{g} \rightarrow -\mathbf{g}; \quad \mathbf{p} \rightarrow \mathbf{p}; \quad \underline{E \rightarrow -E} \end{array} \right\}$$

et page 199 :

- 1) Remarquons d'abord que les deux nombres de Casimir $\bar{P}.P$ et $\bar{W}.W$ sont constants sur toute orbite coadjointe de G' , donc sur U (14.69). Supposons $\bar{P}.P > 0$. Alors chaque composante connexe de U correspond à une *particule* de masse $m = \pm \sqrt{\bar{P}.P}$, de spin $s = \sqrt{\frac{-\bar{W}.W}{\bar{P}.P}}$; la formule (14.67) montre que l'inversion temporelle I_t change le signe de l'énergie, donc de la masse (14.4◇) : par conséquent, elle transforme tout mouvement d'une particule de masse m en mouvement d'une particule de masse $-m$.

Un ouvrage traduit à l'identique 27 ans plus tard et aujourd'hui disponible aux éditions Birkhauser sous le titre Structure of Dynamical System.

Les masses négatives : invisibles

Nous sommes constitués de masses positives. Les masses positives émettent des photons d'énergie positive. Nos yeux et nos télescopes peuvent les capturer. Par contre, comme les masses négatives émettent des photons *d'énergie négative*, nos yeux et nos télescopes ne peuvent capturer de tels messagers. Ainsi les structures constituées de masse négative sont-elles fondamentalement invisibles pour nous. Nous pouvons seulement essayer de deviner comment pourrait être structuré ce monde négatif.

Certains pourraient dire qu'il s'agit d'une espèce particulière de matière sombre. Mais à la différence de cette émanation d'une « dark science » ces masses négatives sont parfaitement identifiées, toujours grâce à la théorie des groupes dynamiques de Souriau.

Ce ne sont que des copies de toutes les particules que nous connaissons, simplement affectées d'une énergie et d'une masse négative.

Je viens d'entendre ce 10 novembre 2016 un astrophysicien du CEA, David Elbaz, qui était interviewé dans une émission « la tête au carré », à la suite de la sortie de son livre

aux Editions Odile Jacob, consacré à la matière noire, à l'énergie noire et ... aux trous noirs.

A un moment un auditeur a appelé pour demander ce qu'il pensait du modèle Janus. Voici sa réponse :

- *En science on a tendance à écarter les théories qui requièrent un plus grand nombre d'hypothèses. Et c'est le cas pour ce modèle Janus.*

Je me suis souvenu en l'entendant que je lui avais vainement proposé de venir présenter ce modèle là où il travaillait, dans le service d'astrophysique du CEA. Pas de réponse.

Ce monsieur se trompe, sur ce point précis. Le modèle en cour actuellement, le modèle « de Concordance » ou « modèle Λ CDM » c'est à dire avec constante cosmologique et matière sombre froide, s'efforce de coller aux données d'observation en faisant recours à pléthure de paramètres libres.

Dans le modèle Janus ces paramètres se résument à un seul.

Par ailleurs si, dans l'astrophysique et la cosmologie contemporaine la matière sombre et l'énergie noire sont présentées comme des êtres plein de mystère, dans le modèle Janus tout ceci se résume à des choses qu'on identifie à des copies des particules classiques, dotées d'une énergie et d'une masse négative.

Je lui ai écrit de nouveau en réitérant ma proposition de séminaire. Et si j'avais l'adresse de l'émission de radio la Tête au Carré, je pouvais proposer d'y apporter quelques éclaircissements.

Première question que le public pourrait poser :

- *Où se trouve ce monde négatif ?*

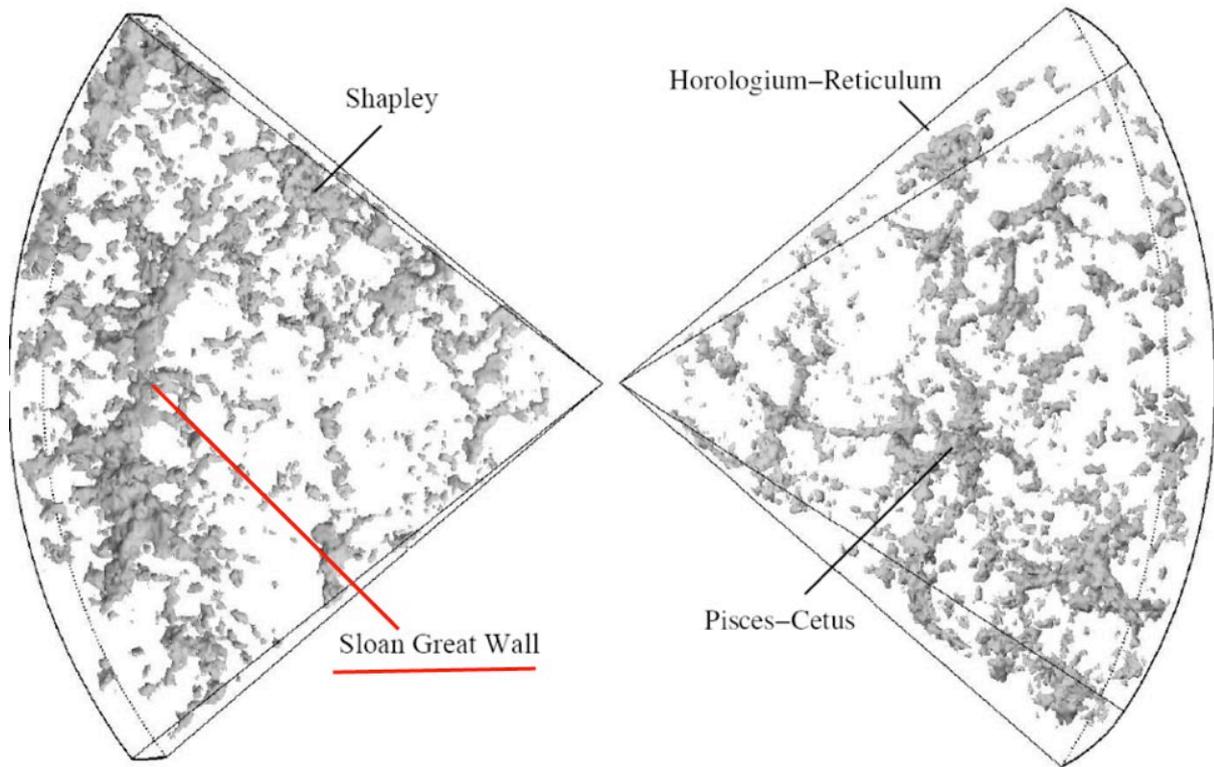
La réponse c'est « parmi nous ». Dans la pièce où vous trouvez il y aura toujours un petit nombre de masses négatives, égarées. Mais cette matière se trouvera entre les galaxies, et au centre des grands vides qui font partie de la structure à grande échelle de l'univers.

Abordons ce sujet.

Nous savons que la matière se distribue dans des galaxies. Celles-ci ont tendance à se regrouper en amas, pouvant comporter mille individus (amas de la Vierge, amas Coma).

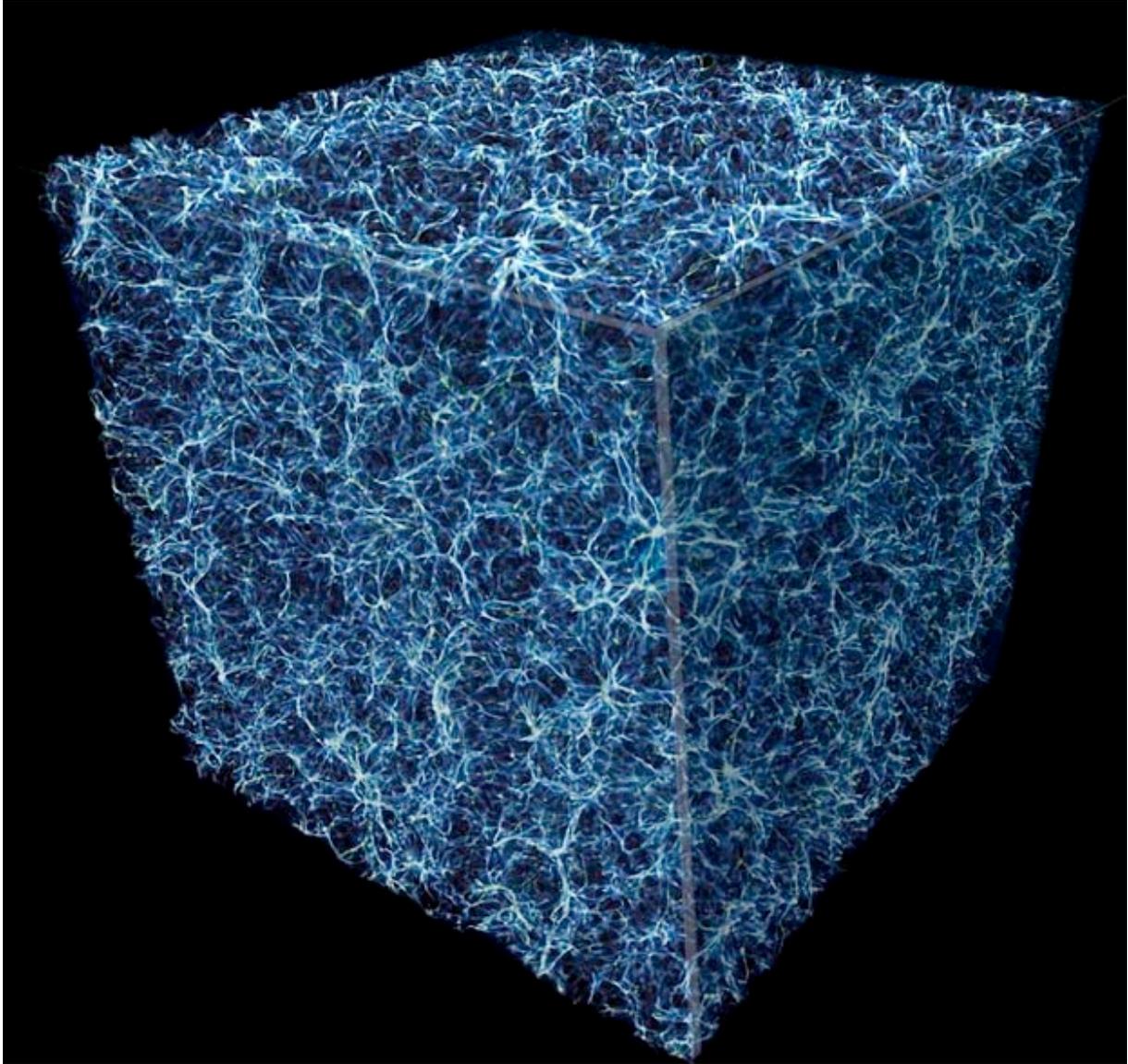
Avant 1989 on considérait que ces amas constituaient les plus grands structures du cosmos, jusqu'au jour où on s'est aperçu de l'existence que ce qui a été appelé The Great Wall (« le Grand Mur »). Un ensemble constitué par des milliers de galaxies formant une plaque de) 500 x 200 années lumière, *cette plaque n'ayant que 16 millions d'années lumière d'épaisseur.*

En 2003 une autre structure de ce genre a été mise en évidence, appelée Grand Mur de Sloan, située à près d'un milliard et demi d'années lumière. Il est difficile de donner une représentation globale de la structure à très grande échelle du cosmos, car elle est tridimensionnelle. On n'en donne donc que des images qui correspondent à une tranche :

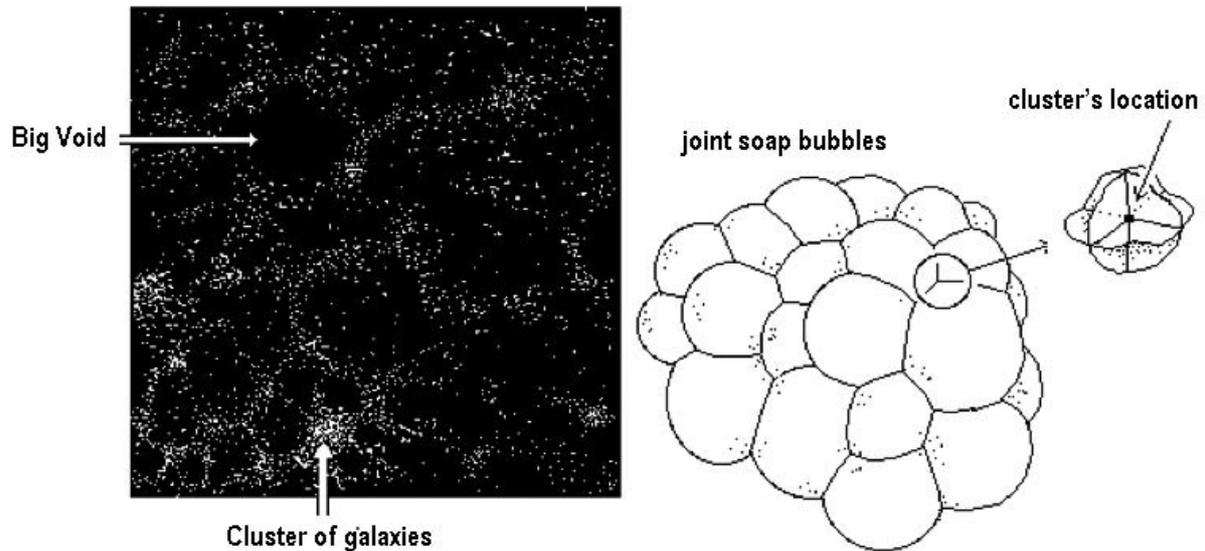


Structure typique de l'univers, montrant ses « plaques »

Sur Internet vous trouverez facilement la mention de vides immenses, dont le diamètre est typiquement de cent millions d'années lumière. Le question est alors de se demander comment s'organise la structure globale. C'est une chose qui s'affinera avec les années. L'existence d'amas de galaxies est avérée. On détecte aussi ces « plaques ». Les travaux théoriques ont buté à reconstituer ces structures par instabilité gravitationnelle. L'outil de travail reste la simulation numérique, mais toujours avec des masses positives. Le résultat évoque un tissu neuronal ou les amas de galaxies figureraient les noyaux des neurones et leur axones des « filaments ». Ci après une parmi les très nombreuses images montrant des résultats de simulations :



Ce qui intéressant dans cette image est que ses auteurs décrivent à la fois les concentrations de matière (sombre), des filaments et de grands vides. Personnellement j'opte pour une structure évoquant des bulles de savon jointives :



Structuration de la matière en bulles de savons jointures

La gravitation fait que les masses ont tendance à se concentrer. Ainsi quand on opte pour ce schéma général les amas de galaxies se situent au points de rencontre de quatre bulles, tandis que les filaments correspondraient à une arête où se rencontreraient trois de ces bulles.

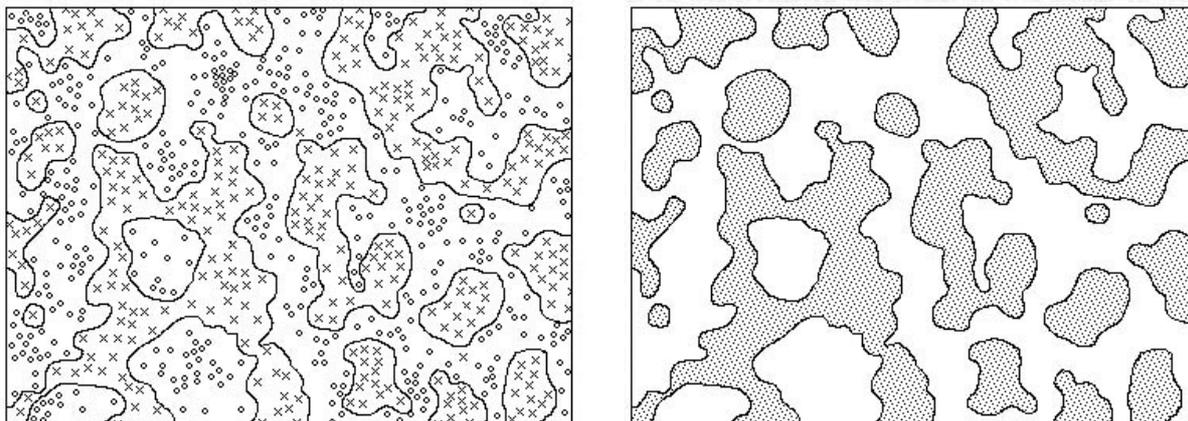
Le modèle Janus apporte une explication à une telle disposition.

Les premières simulations 2D.

Les premières simulations ont été réalisées par mon ami Pierre Midy, alors ingénieur de recherche au Cnrs, sur un Cray-one. Cette machine, à l'époque considérée comme très puissante, pouvait gérer 500 points-masses. Pierre mit donc 250 points « positifs », représentés par des ronds et 250 points « négatifs » représentés par des croix. Les densités et les vitesses d'agitation dans ces deux populations avaient été prises égales, en valeur absolue.

Pierre obtint une « percolation » une séparation de ces deux populations. Imaginez que vous mettiez sur une vaste place des militants du Front National et d'autres du Parti Communiste. On obtiendrait probablement, vu du ciel, des distributions comparables.

Mais ceci ne correspondait pas à ce qui était observé, dans le cosmos.



Phénomène de percolation

Travail en perruque

C'est qu'apparaît un garçon nommé Frédéric Descamp. J'ai caché sa véritable identité pendant un quart de siècle¹⁹ et il lui est arrivé de cosigner des particules sous le pseudonyme de Frédéric Landsheat [10]. Je me souviens de son arrivée dans mon appartement aixois. Au bout d'un ou deux jours il conclut :

- *J'en arrive à la conclusion que ce que vous faites semble intéressant. Mais quand je vous vois avec ce vieux Mac Intosh, vous me faites de la peine. Dans mon labo DAISY, en Allemagne, à Hambourg, nous avons un système très puissant dont nous nous servons pour analyser nos résultats d'expériences, sur notre grand accélérateur de particules. Si vous me donner des conditions de calcul, je pourrais peut être faire quelque chose pour vous.*

Ainsi fut fait. J'avais l'intuition que nous pourrions obtenir quelque chose en provoquant la confrontation entre ces deux populations, celle des masses négatives présentant une densité plus importante, en valeur absolue. J'avais opté pour un facteur huit²⁰.

Frédéric, jeune étudiant thésard, retourne dans son labo en Allemagne et m'appelle au téléphone quelques jours plus tard.

- *Allô, monsieur Petit, j'ai lancé la simulation.*
- *Et alors, qu'est-ce que ça donne ?*
- *Et bien, je suis devant mon écran et j'ai envie de dire « appelez-moi Dieu ».*

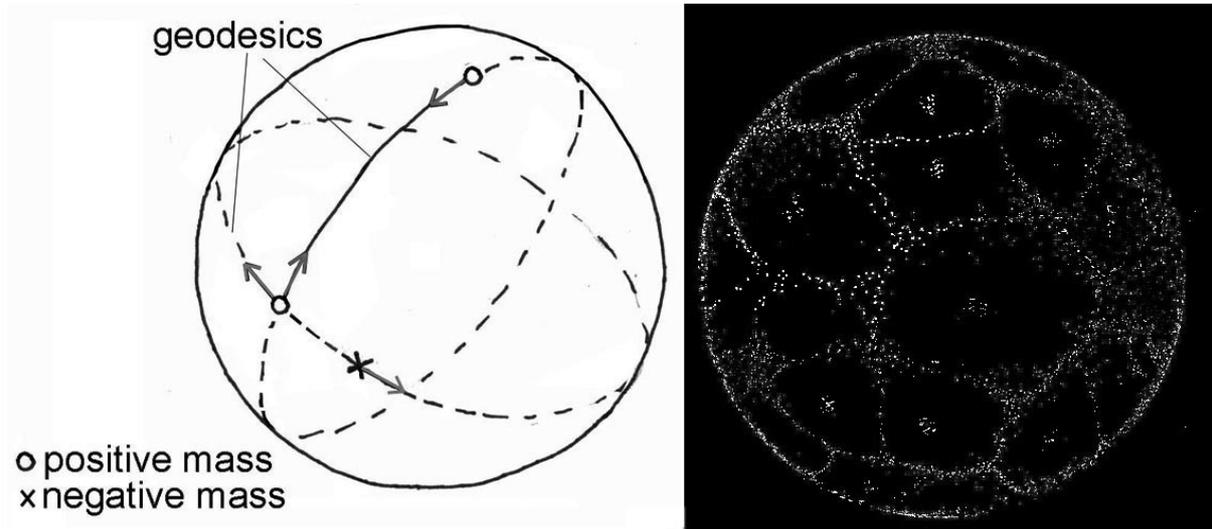
Comme je l'avais conjecturé les masses négatives avaient formé les première des conglomérats, repoussant les masses positivse dans l'espace résiduel et amenant celle-ci

¹⁹ Il a passé 15 ans en tant que responsable des mesures à l'ILL, l'Institut Laue Langevin de Grenoble, qu'il a quitté.

²⁰ Seule une confrontation entre des simulations 3D et l'observation permettrait de préciser ce paramètre, qui est probablement beaucoup plus élevé

a constituer une structure cellulaires (des « bulles de savon jointives » en deux dimensions).

Nous avons refait ces simulations 2D, qui sont aujourd'hui gérable avec un simple PC. Pour négocier plus facilement les « conditions aux limites » nous avons placé ces « points-masses » sur une sphère, la loi de Newton s'exprimant avec une force inversement proportionnelle à l'inverse du carré de la distance curviligne, mesurée sur la surface de la sphère. Voici les images en question :



Résultat de simulation 2D

On voit les masses négatives se rassembler en conglomérats au centre des cellules. Celles-ci se comportent comme des « ancrés » vis à vis de la structure lacunaire, tandis que cette dernière empêche les conglomérats de masse négative de fusionner.

Il m'a fallu plusieurs années et 30 essais infructueux pour réussir à publier ce travail dans une revue à comité de lecture, en 1995 [9].

On verra plus loin que ces essais, menés « en perruque » par Fred, dans son laboratoire, tournèrent court au bout de trois mois. Par la suite, alors que dans mon propre laboratoire, l'observatoire de Marseille, Evangelina Athanassoula et son époux Albert Bosma avaient obtenu de gros crédits pour se doter d'un puissant système de calcul, je n'ai jamais pu y avoir accès. De guerre lasse j'ai abandonné ces travaux pendant maintenant vingt ans.

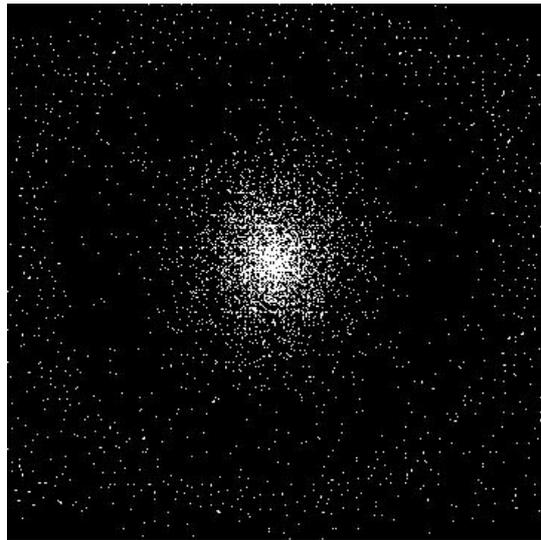
Mais revenons à l'époque où le jeune Frédéric, à l'insu de sa direction, détournait une part importante de la puissance de calcul du gros ordinateur du centre Allemand DAISY pour y conduire des recherches qui n'avaient, certes, aucun rapport, de près ou de loin, avec la conduite d'un accélérateur de particules.

Ca lui avait beaucoup plu.

- *Dites, c'est marrant vos trucs. Vous n'avez pas autre chose ?*

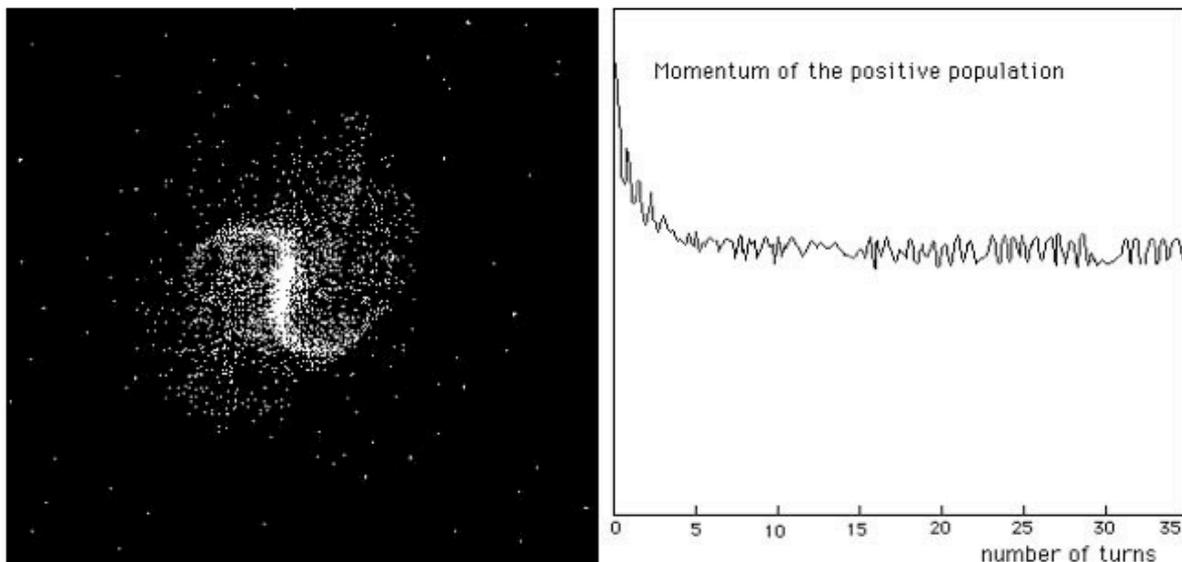
- *Si, je pourrais vous fournir une galaxies 2D , tournant à l'intérieur d'un environnement de masse négative.*
- *OK, envoyez-moi ça !*

Le problème, c'étaient les conditions initiales. Je me lance dans un calcul assez curieux, une sorte de théorie cinétique des gaz en deux dimensions, et assez rapidement j'arrive à extraire de l'équation de Vlasov une solution analytique décrivant une espèce de confetti orbitant dans une lacune de masse négative :



Les conditions initiales de la simulation

Fred met ça dans sa machine et lance le calcul. Il est sorti de cela un film fantastique, où on voyait se former une splendide galaxie spirale barrée :



A gauche la galaxie, à droite son moment cinétique, montrant un fort ralentissement pendant la phase de création de cette structure. Après, le freinage semblait

pratiquement nul. Mais le résultat le plus important était que cette structure perdurait pendant des dizaines de tours, ce qui n'avait jamais pu être obtenu et qui est toujours un casse-tête pour les gens qui font ces simulations.

Que se passe-t-il alors chez ceux qui mènent de telles solutions ? Les bras de leurs galaxies « chauffent ». C'est à dire que leurs points-masses acquièrent des vitesses de plus en plus grandes et parviennent à quitter la galaxie. Seule la barre, ayant perdu ses bras, persiste. Il en était ainsi pour les galaxies numériques d'Athanassoula.

Je me souviens qu'à cette époque là Françoise Combes était descendue pour assister à une soutenance de thèse. Je lui avais montré le film et elle m'avait aussitôt dit :

- *On obtient la même chose avec du gaz froid !*

Effectivement, très vite, les revues de vulgarisation scientifique montrèrent de superbes images qu'elle avait obtenues, avec de belles écharpes spirales.

Une amie, férue d'astronomie amateur lui avait alors écrit en lui demandant combien de temps ces structures perduraient.

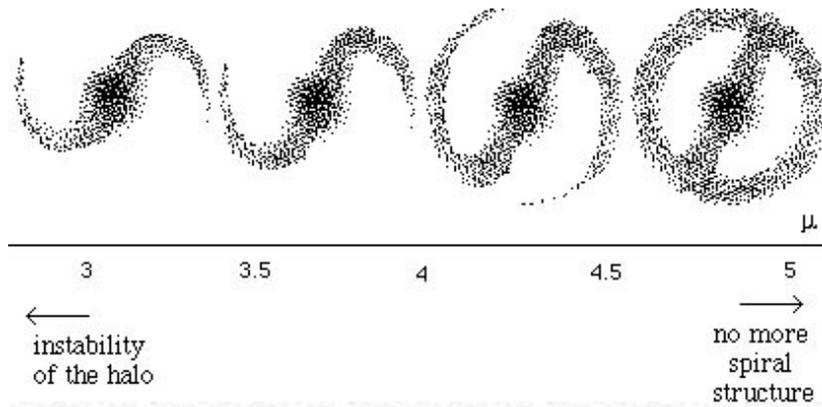
Elles se dissipaient très rapidement. Toujours pour la même raison. Mais comment Françoise Combes (devenue aujourd'hui membre de l'académie des sciences) s'y prenait-elle pour doter ses galaxies d'une structure spirale ?

Elle prenait une galaxie axi-symétrique et faisait tomber dessus de l'hydrogène froid, qui se mettait un court moment (un tour et quelque) à spiraler. C'est ce qui se passerait si vous jetiez quelque chose dans les rayons d'une roue de bicyclette. Mais pour que le miracle continue il fallait jeter des pelletées de gaz froid, en continu. Le problème était de justifier cet afflux gazeux en continu.

Question : le milieu gazeux pouvait-il héberger ces masses de gaz froid ?

François Combes n'a jamais réussi à mettre cet hydrogène froid en évidence, qui était pourtant son cheval de bataille, l'idée centrale de toute sa carrière de chercheur. Ceci étant on peut douter que ces atomes se baladent à une vitesse faible entre ces galaxies, tout simplement si on réfléchit en se disant « d'où pourrait venir ce gaz intergalactique ? ». Je parlerai de cela plus loin, mais à mon sens celui-ci a été émis par les galaxies dites elliptiques au moment de leur formation. Pour qu'il puisse quitter ces galaxies, il fallait que la vitesse des atomes soit supérieure à la vitesse de libération des galaxies elliptiques, proche de 2000 km/s. Ça correspond à une température de milliers de degrés. Et de fait, quand des atomes de ce milieu intergalactique entrent en collision, ce qu'ils émettent, ça n'est pas de l'infrarouge, mais des rayons X.

Revenons à cette collaboration franco-allemande. Nous n'avons pas pu aller bien loin. Fred, à ma demande, fait varier le rapport des densités masse négatives sur masse positive. En le diminuant brutalement, le confinement de la galaxie disparaît et on obtient de très belles galaxies irrégulières. En l'accroissant, les bras spiraux se replient et on obtenait une galaxies « en volant de voiture », comme on observe en nombre.

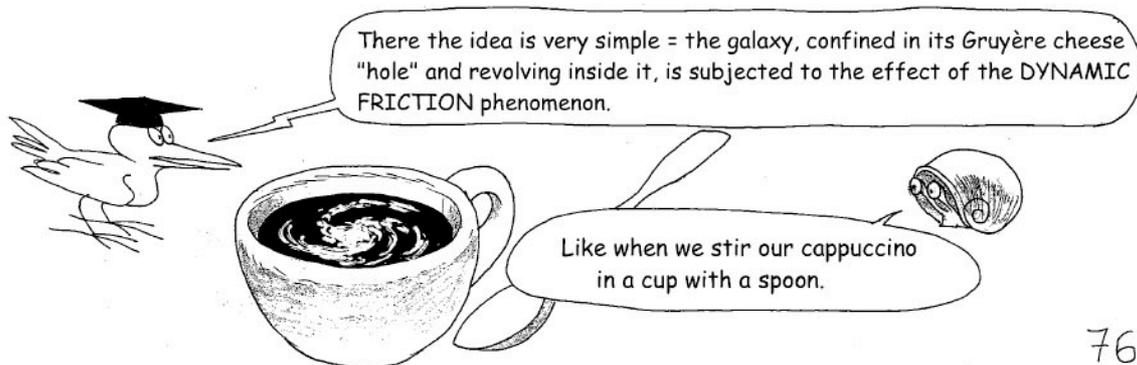


Evolution de la forme de la galaxie, selon le contraste de densité.



La galaxie NGC 1010

On en revient à l'idée centrale. Si la galaxie ne perd pas ses bras c'est que le milieu de masse négative qui l'environne fait « barrière de potentiel ». Et, finalement, l'image didactique du phénomène est la façon dont la crème s'agence en spiralant, dans un petit noir servir sur le comptoir.

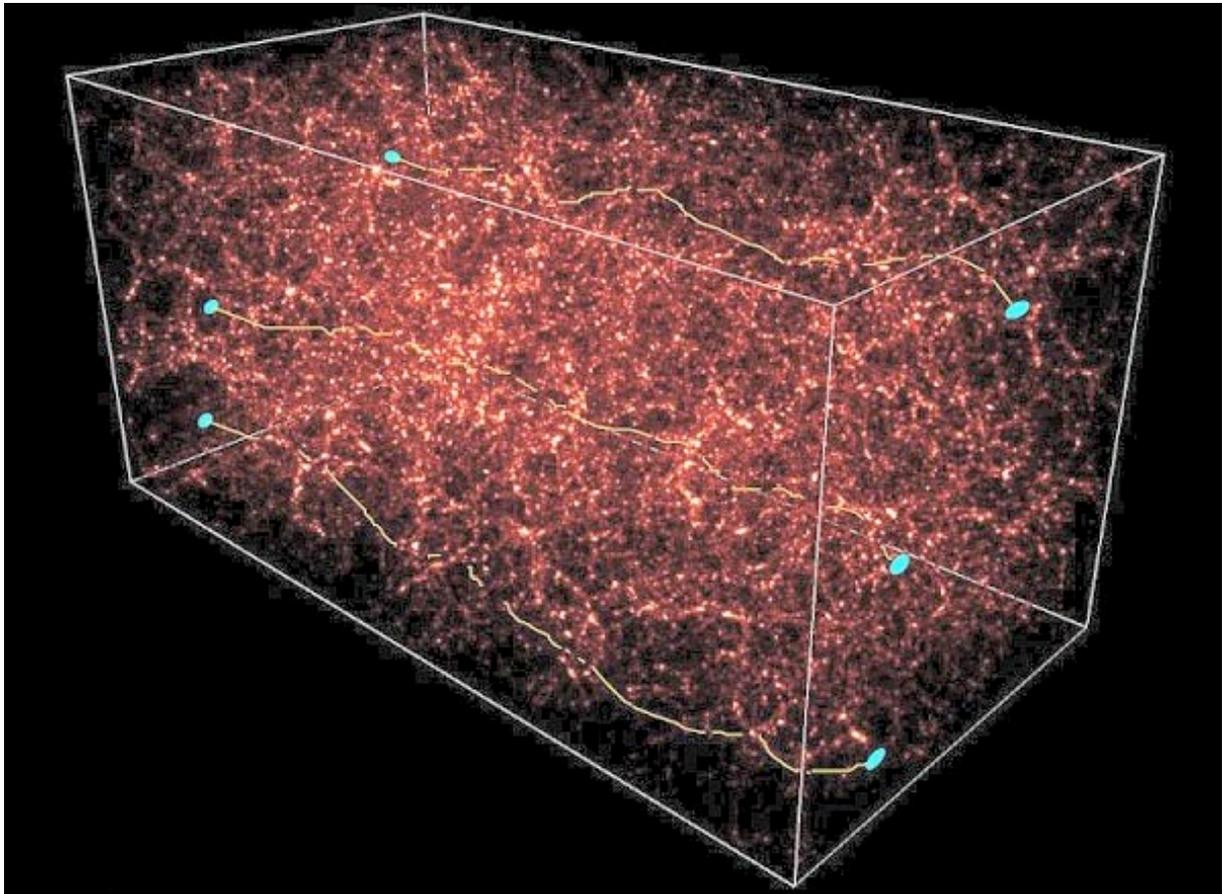


Fred dut rapidement interrompre cette activité « en perruque », ayant été pris en flagrant délit par sa hiérarchie, peu sensible à son intérêt pour les choses du cosmos.

Encore une fois, quel a été l'écho de ces travaux au sein de la communauté scientifique ?

On peut dire : strictement nul.

En 2000 un colloque international d'astrophysique est organisé par les Français et se tient à Marseille, ce qui me permet d'y participer. Soixante dix participants. Le thème du colloque : « Where is the matter ? » (« où est la matière ? (noire, bien entendu). Des rapporteurs présentent chacun une volée d'articles. Le mien passe évidemment totalement inaperçu. La grande nouveauté est une technique de cartographie des composants invisibles de l'univers, en exploitant le « weak lensing²¹ », en confiant à un ordinateur le soin de calculer la distribution de matière sombre (vis à vis de laquelle la matière visible est pratiquement en quantité négligeable) de manière à rendre compte des distorsions des images de galaxies. Le journal le Monde publie cette photo :



En titrant : la matière sombre existe, *puisque'on* parvient à la cartographier

Cette technique fera école et aujourd'hui les plus puissants ordinateurs du monde se consacrent à cette tâche.

Je me suis mis à côté de l'épidiascope, de l'appareil permettant de projeter des « transparents ». Au moment où le chairman annonce « y a-t-il des questions », je lève la

²¹ Expliqué plus loin

main est dis simplement que j'ai pu obtenir une structure lacunaire qui se trouve être plus proches des comptes rendus d'observations qui ont été présentés. En même temps je glisse l'image sur l'appareil et la vue apparaît sur l'écran.

Des longues minutes d'un silence total s'égrenent. Aucune remarque, aucune question.

Nous sommes en début de colloque. Je me rends le soir même à l'observatoire et épuise mon crédit de photocopies en réalisant 70 copies d'un rapport de 70 pages que j'avais composé à l'attention des participants à ce colloque. En anglais, bien entendu. Il se termine par un appel à collaboration, avec mes coordonnées. Le lendemain matin, avant que les participants ne prennent place, ayant amené ces exemplaires dans deux énormes valises à roulettes je dispose un exemplaire devant chaque poste de l'amphi. Les chercheurs prennent place. On ne retrouvera aucun de ces exemplaires dans une corbeille à papier.

Mais cet effort restera totalement infructueux. Plus que jamais je reste celui de mon ancien directeur de l'observatoire de Marseille avait surnommé « le neutrino », c'est à dire un élément important de la physique, mais qui peut traverser d'immenses espaces sans parvenir à interagir avec quoi que ce soit.

Pendant les années qui suivront je ferai le tour de toutes les revues d'astrophysique en tentant de présenter dans un article les résultats qui avaient été obtenus en matière de structure spirale, en récoltant la classique réponse en coupé-collé :

- *Sorry, we don't publish speculative works*

(désolés, nous ne publions pas les travaux à caractère spéculatif)

Quand on mène une carrière de chercheur, il faut se concentrer sur ce qui est publiable. J'abandonne donc ces travaux de simulation pour me concentrer sur les théories de Souriau, qui permettent d'apporter de la lumière sur la nature de ces composants invisibles de la matière.

Aujourd'hui, en 2016, il n'existe aucun modèle cohérent

- *de galaxie, en tant que solution de l'équation de Vlasov, décrivant le comportement de systèmes de points masses auto-gravitant, en régime non-collisionnel.*

(autre que la solution que j'ai présentée en 1974 au colloque de Bures sur Yvette. Nous reprenons actuellement ces travaux, Gilles et moi, quarante deux ans après)

- *aucune interprétation des mécanismes produisant les structures des galaxies observées.*
- *aucune description du mécanisme conduisant à la formation des galaxies.*
- *aucune simulation crédible de la structure spirale galactique.*

A propos de la formation des galaxies

Avant même que le travail de Frédéric ne confirme mon intuition j'avais décrit dans mon article de 1974 (dans *Nuovo Cimento*) ce qui pourrait assurer la formation des galaxies.

Dans le schéma Janus de constitution de la structure à grande échelle de l'univers, des conglomérats de masse négative se forment d'abord, repoussant (violemment) la matière de masse positive selon des plaques. Celle-ci, comprimée, s'échauffe. C'est de toute façon ce qui se passe lorsque des objets se forment par instabilité gravitationnelle.

Lorsque ces conglomérats, sphéroïdaux, constitués de matière négative se forment, au centre des grands vides, cette matière elle aussi s'échauffe. La densité n croît, mais aussi la température, et la pression, c'est $p = n k T$. Les forces de pression s'opposent alors à la force de gravité. C'est similaire au début de l'histoire d'une étoile, quand elle se présente alors sous la forme d'une *proto-étoile*.

Le Soleil a lui aussi existé, dans son plus jeune âge, sous forme de proto étoile et il était alors beaucoup plus grand qu'aujourd'hui. C'était une vaste sphère de gaz, portée à une température avoisinant les 2000° , émettant du rayonnement dans le rouge et dans l'infrarouge.

Mais en son centre la densité et la température n'étaient pas suffisantes pour que s'amorcent les réactions de fusion. Le cœur du Soleil est actuellement à quelques 25 millions de degrés. Les théoriciens évaluent à 700.000 degrés la température d'ignition, minimale pour que la fusion s'amorce. Pour que ces conditions soient atteintes il faut que la masse gazeuse puisse se concentrer et pour ce faire il faut que la proto-étoile puisse dissiper son énergie thermique par rayonnement. Ceci s'effectuera en un « cooling time », un « temps de refroidissement ».

Plus l'étoile est massive et plus il y a d'énergie thermique à dissiper. On peut dire, grosso modo, que cette énergie croît comme le cube du rayon de la proto-étoile, alors que surface du « radiateur » varie comme le carré.

Conclusion : plus les étoiles sont massives et plus leur temps d'allumage est important.

Les conglomérats de masse négative sont constitués par de l'hydrogène de masse négative et de l'hélium de masse négative. L'énergie thermique est évacuée par émission de photons d'énergie négative. Mais la masse de ces objets est très importante ce qui fait que leur cooling time est grand devant l'âge de l'univers. On peut le comparer à des proto-étoiles, rayonnant dans le rouge et l'infrarouge qui ... ne s'allumeront jamais²².

Comme le phénomène stellaire est le seul qui puisse créer des atomes plus lourds, il n'existe donc rien d'autres dans ce monde des masses négatives que de l'hydrogène et de l'hélium. Ne s'y forment ni étoiles, ni galaxies, ni planètes.

La vie en est absente.

²² C'est ce que verraient des navigateurs interstellaires, s'ils cheminaient dans cet « envers de l'univers ».

Revenons à la matière de masse positive. La constitution en plaques est optimale pour un refroidissement radiatif rapide. Cette dissipation d'énergie déstabilise le milieu, qui donne naissance dans la foulée à des étoiles rassemblées en proto-galaxies.

Il est évident pour moi que des simulations 3D devraient permettre de reconstituer tout cela. Une aventure passionnante. Mais je suis pessimiste. Je pense que cela ne se fera pas de mon vivant.

J'ai écrit à François Combes en lui proposant de venir soit dans un laboratoire, soit devant les membres de l'académie des science donner un séminaire pour re-présenter la façon dont je conçois les mécanismes qui président à la formation de la structure à grande échelle, à la naissance des galaxies et celle de la structure spirale.

Je décris égaement comment on pourrait justifier le fait que les galaxies se partagent en deux grand groupes. Les plus massives, dites *galaxies elliptiques*, sont totalement dépourvues de gaz. Ce sont les plus légères qui ont conservé leur gaz, qui se rassemble en un disque mince. Le rapport des masses est typiquement de 1 à 10.

De passionnantes simulations 3D permettraient d'explorer le scénario suivant.

La structure à grande échelle se forme très rapidement, à l'issue de la phase radiative, quand l'univers est ... mille fois plus petit qu'il ne l'est aujourd'hui. Les bulles jointives qui se forment ont alors des diamètres qui sont de l'ordre de celui de notre Voie Lactée : cent mille années lumière.

Dans les simulations il faudrait tout gérer de front, y compris l'expansion, car les phénomènes-clés se déroulent pendant cette phase.

Les plaques de matière sont fortement comprimées, échauffées. On pourrait, avec les ordinateurs actuels, qui peuvent gérer des milliards de points-masses, rendre compte de tout cela. De plus on pourrait gérer les « conditions aux limites » en les évacuant, c'est à dire en situant cette simulation dans une hypesphère S3. C'est très facile à faire.

Le refroidissement rapide des plaques les rend gravitationnellement instables, sensibles à l'instabilité de Jeans. D'où la naissance des galaxies et, dans la foulée, l'allumage des premières étoiles.

On en trouve le fossile sous la forme d'amas d'étoiles appelés *amas globulaires*. Notre galaxie en compte plusieurs centaines. Ci-arès l'amas d'Hercules



L'amas d'Hercules

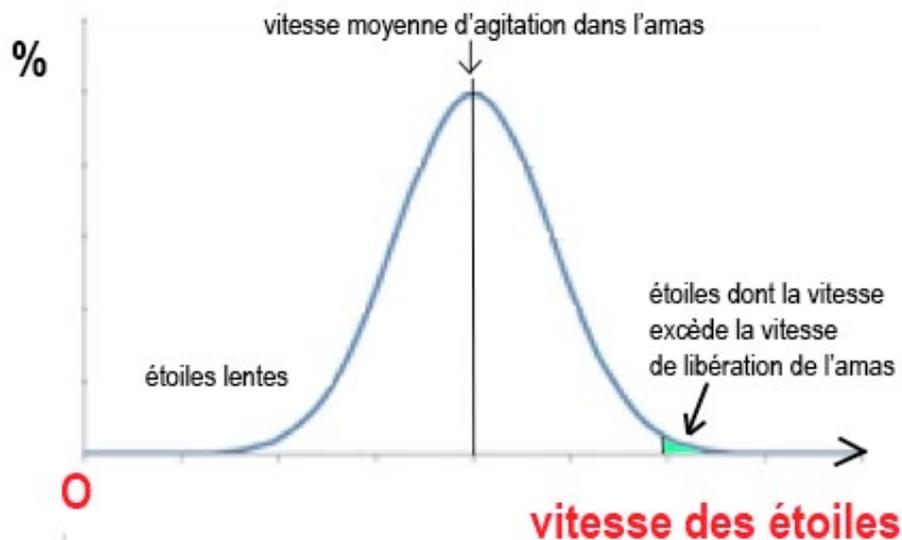
Ces amas d'étoiles sont des mini-galaxies sphéroïdales. En fait toutes les étoiles naissent dans des amas. Au sein de ceux-ci les étoiles interagissent, connaissent des « collisions ». Le mot est impropre. Les anglo-saxons emploient le mot « encounter » (rencontre). On entend par rencontre le fait que ces masses, lors de ces « rencontres binaires » voient leurs vitesses sensiblement modifiées en grandeur et en direction²³.

Ces « interaction binaires » tendent à donner à ces populations une distribution de vitesse de Maxwell-Boltzmann. Il y a bien une valeur moyenne de la « vitesse d'agitation » des masses, des étoiles dans l'amas, mais ceci crée également

- *Des étoiles lentes*
- *Des étoiles rapides*

Ci-après les deux extrêmes, les deux « queues » de cette distribution de Maxwell-Boltzmann des vitesses :

²³ Au passage les ensembles stellaires des galaxies, quelles que soient leurs masses, sont totalement non collisionnels.



Dans cette distribution on trouvera un certain nombre d'étoiles qui acquièrent une vitesse excédant la vitesse de libération de l'amas et donc s'en échappent. Ainsi les amas d'étoiles s'évaporent au fil du temps. Ce temps d'évaporation est d'autant plus bref que l'amas contient relativement peu d'étoiles.

Toutes les étoiles naissent dans des amas, qui se disloquent, s'évaporent au fil du temps. Le phénomène finit par s'accélérer parce qu'au fur et à mesure que l'amas perd des étoiles sa vitesse de libération diminue²⁴.

Notre Soleil est né dans un « amas lâche » qui s'est complètement disloqué²⁵. Inutile de chercher à identifier ces « sœurs jumelles » du Soleil, qui se sont parpillées dans la galaxie. En fait, même les systèmes à 3 étoiles sont instables. Seuls subsistent dans les galaxies les étoiles solitaires, comme notre soleil, et des systèmes doubles. Les ménages à trois sont instables.

Les seuls amas qui ont perduré sont ceux qui sont constitués par des centaines de milliers d'étoiles. Ils sont donc constitués des étoiles les plus anciennes. Les interactions binaires en leur sein créent bien des étoiles rapides mais la valeur élevée de la vitesse de libération fait que le taux de perte est très faible dans ces amas massifs.

Il est intéressant de regarder cet ensemble de quelques centaines d'amas globulaires de notre galaxie, qui a une géométrie sphéroïdale.

Pourquoi ? Parce que quand les galaxies se forment, elles ne tournent pratiquement pas. La nôtre, en tout cas ne tournait pas du tout. Son « fossile » représenté par ses amas globulaires en est le témoin.

²⁴ Qui varie comme la racine carrée de la masse de l'objet

²⁵ Actuellement « l'amas de Persée » est un exemple d'amas d'étoiles jeunes en train de se disloquer.

En même temps que se forment les galaxies, les premières étoiles se forment. On le sait parce que ces étoiles des amas globulaires ont le même âge que le cosmos lui-même.

Quand les étoiles se forment, elles passent par une phase « T-Tauri » où elles émettent beaucoup d'énergie. Quand les galaxies se forment, ces étoiles primitives se forment toutes en même temps et la jeune galaxie ressemble alors un un « four ». Lequel chauffe de gaz résiduel. Il y a alors deux scénarios possibles.

- *Soit la galaxie est très massive. L'injection d'énergie est alors très importante. Ce rayonnement communique aux atomes d'hydrogène des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde, excédant la vitesse de libération de ces galaxies-là, qui perdent leur gaz, lequel ira se perdre dans l'espace intergalactique. C'est ce gaz à des millions de degrés dont l'astronomie par rayons X a révélé l'existence relativement récemment.*
- *Soit les galaxies sont moins massives. L'émission d'énergie par rayonnement reste alors modérée. Le gaz est bien chauffé, mais ne quitte pas sa galaxie et forme autour d'elle (l'ensemble des amas globulaire) un vaste halo.*

Que se passe-t-il alors ?

Il faut comprendre qu'à ce stade de l'évolution du cosmos ces galaxies ne sont pas aussi distantes qu'elles le sont actuellement. Aujourd'hui la plus proche galaxie spirale, la galaxie d'Andromède est à deux millions et demi d'années-lumière de la nôtre, laquelle fait 100.000 années lumière de diamètre. Cela représente un rapport distance sur diamètre de 25. Ca équivaut à un petit pois tenu à bout de bras.

Mais quand se situaient les phénomènes que nous évoquons celles-ci étaient aussi serrées que des grains dans une grappe de raisins. Il y avait donc des rencontres binaires qui créaient un mouvement de rotation.

Voilà donc l'origine du mouvement de rotation des galaxies.

Ces interactions ont donné aux galaxies massives des formes d'ellipsoïdes.

Ces interactions ont mis en rotation des halos de gaz chaud des futures galaxies spirales, pas leur noyau central (l'ensemble des amas globulaires).

Voir une autre bande dessinée : MILLE MILLIARDS DE SOLEILS

http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/Mille_Milliards_de_Soleils.pdf

un album qui, au passage, mériterait une sérieuse mise à jour, comme « LE TROU NOIR », du reste.

On peut comparer les futures galaxies spirales à des oeufs sur le plat glissant sur le fond bien huilée d'une vaste poêle. Les collisions mettent les blancs en rotation, pas les jaunes.

Que se passe-t-il ensuite ?

Le gaz se refroidit par rayonnement. Ses particules sont suffisamment proches pour que des collisions provoquent cette perte d'énergie²⁶. Mais il conserve son moment cinétique. Il prendra donc la forme d'un disque très aplati. Celui de notre galaxie fait 10.000 années lumière de diamètre et seulement 300 années lumière d'épaisseur. On peut le comparer à nos anciens disques micro-sillons.

L'aplatissement aurait pu se produire indéfiniment²⁷ s'il n'y avait eu naissance d'étoiles secondaires. Celles-ci, en crachant du rayonnement, empêchent ce gaz interstellaire de se refroidir totalement. Il se constitue en vastes masses gazeuses, de masses variables, qui dérivent paresseusement dans la galaxie à une vitesse chamelière d'un kilomètre par seconde. Les jeunes étoiles vont interagir avec ces masses gazeuses énormes, qui leur communiqueront de la vitesse²⁸, jusqu'à 20 km/s en moyenne. Et cette vitesse, si elle est insuffisante pour leur faire quitter la galaxie, les fait émerger du disque plat et constitue une nouvelle population d'étoiles, qui occupe maintenant un espace en forme d'ellipsoïde aplati.

Toute cette histoire, passionnante, reste à écrire, à l'aide de simulations 3D. C'est ce que j'ai expliqué en octobre 2016 à Françoise Combes, en faisant une proposition de séminaire à tous les observatoires de France et de Navarre. Tous ces gens disposent des moyens de calculs ad hoc.

J'aimerais bien également pouvoir exposer ce vaste programme de recherche devant les membres de l'Académie des Sciences.

Aucune réaction à ce jour (12 novembre 2016). Mais voilà. Le point de départ c'est Janus

Du côté de la cosmologie, même silence chez l'académicien, Thibaud Damour, responsable du séminaire de cosmologie à l'Institut des hautes Etudes de Bures sur Yvette, qui m'avait déjà répondu, il y a un an :

- *N'insistez pas, vos travaux ne m'intéressent pas.*

Pour moi les membres de l'Académie des Science de mon pays étaient dans mon esprit les gardiens du savoir, les garants de l'éthique. C'est ainsi que m'était apparu André Lichnérowicz dans les années soixante dix. Et il avait magnifiquement joué ce rôle. C'est aussi l'image qu'on a gardé d'une grande figure comme Andréi Sakharov, prix Nobel de la paix.

Attendons. Mais je vous avoue que je ne suis guère optimiste.

²⁶ Ce qui ne sera pas le cas dans le milieu intergalactique où le gaz d'hydrogène chaud est trop dilué et les rencontres, dissipatives, trop rares.

²⁷ Ce qui a été le cas pour les débris qui ont constitué les anneaux de Saturne.

²⁸ Par ce qu'on appelle un « effet de marée » : « les gros accélèrent les petits ».

Qu'est-ce qui pourrait trahir la présence de ces clusters de masse négative .

A cette époque, nous sommes en 1996. Je vais évoquer une histoire qui va s'étendre sur dix-huit mois²⁹. Je décide d'essayer de publier mes travaux dans une « revue européenne » dont je sais qu'elle est dirigée, depuis la France, par un ancien directeur de l'observatoire de Marseille. Ainsi (Internet et la messagerie électronique n'existent pas encore) je pourrai le cas échéant échanger avec celui-ci par téléphone.

Mon premier envoi déclenche un retour immédiat, avec le message classique, en coupé collé et en anglais :

- *Sorry, we don't publish speculative works.*

Cette fois, je peux insister. J'appelle au téléphone :

- *Mon modèle se présente comme un challenger vis à vis de celui qui se fonde sur la matière sombre, mais il mérite d'être examiné.*
- *Mais les halos de matière sombre qui se superposent aux galaxies rendent très bien compte des effets de lentille gravitationnelle observés.*
- *Mon modèle fait de même, sauf que le responsable de cet effet est en dehors de la galaxie, laquelle se situe dans une lacune ménagée dans la matière négative. Et une lacune dans de la matière négative se comporte comme un halo de masse positive. L'effet est le même. Ça produit aussi ces forts effets de lentille gravitationnelle.*
- *.....*
- *Ecoutez, je vous propose quelque chose. Soumettez mon travail à référent du genre méchant. S'il trouve des fautes graves dans ma démarche, je laisserai tomber.*
- *Bon, je fais comme ça.*

Au moins, l'article, huit pages, va être analysé. Effectivement, six semaines plus tard la revue, *Astronomy and Astrophysics*³⁰ me communique les commentaires du referee anonyme, sous la forme d'une série d'une dizaine de questions.

J'entreprends d'y répondre, point par point. Ceci m'oblige à reprendre la rédaction de l'article, qui s'accroît de quelques pages.

Nouvel aller-retour, avec autre lot de questions.

Ce jeu va durer plus d'une année. Il y aura huit rédactions successives et à la fin l'article se monte à 40 pages. Souriau s'en amuse :

- *Tout ce qu'on peut dire, c'est que le referee se passionne pour ton essai. Il veut pousser les choses jusqu'au bout.*

²⁹ https://www.jp-petit.org/science/gal_port/Affaire_Lequeux.htm

³⁰ Dans la dizaine de tentatives que nous avons faites, en 2013-2014 en direction de cette revue, la messagerie électronique faisant fois, le temps d'examen de l'article, suivi d'une réponse négative, n'a jamais excédé cinq minutes.

Lors de l'avant dernière rédaction, je mets même ce mot à l'attention du referee :

- *Dites, ça vous demande un sacré travail de faire tout cela.*

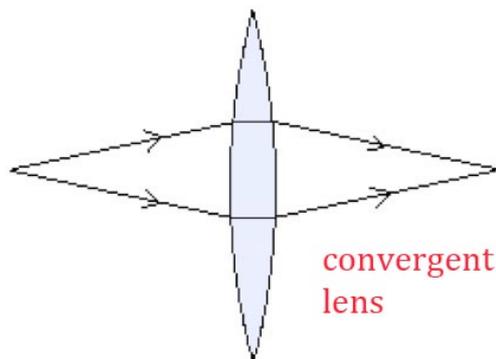
Et l'autre me répond en me retournant mon envoi (postal) :

- *Que dire du travail que vous posent toutes mes questions !*

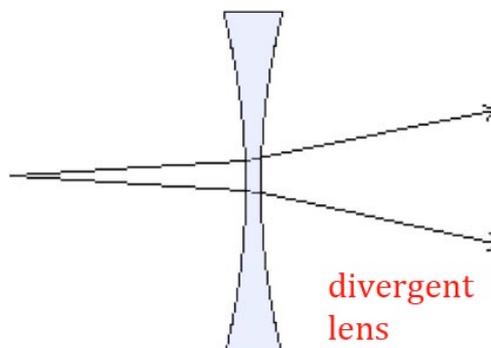
Le climat des échanges n'est donc nullement conflictuel. Les questions, toujours pertinentes, m'ont amené à éclaircir de nombreux points. C'est un bras de fer cordial que je suis en train de gagner.

Dans son dernier envoi le referee me demande s'il n'y aurait pas un objet, constatable par l'observation, qui pourrait trahir la présence de ces hypothétiques conglomérats de masse négative, que je situe au centre des grands vides.

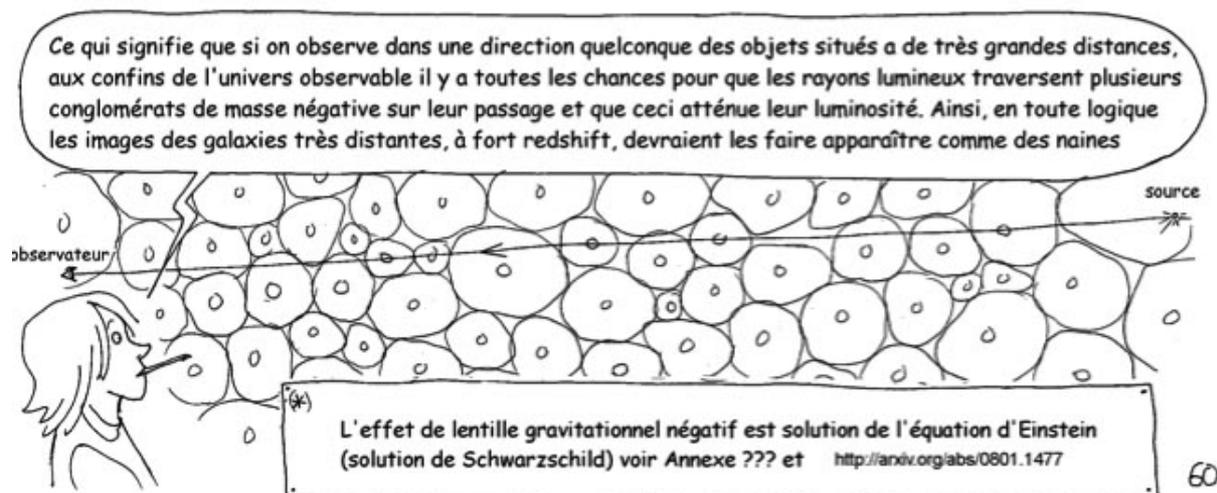
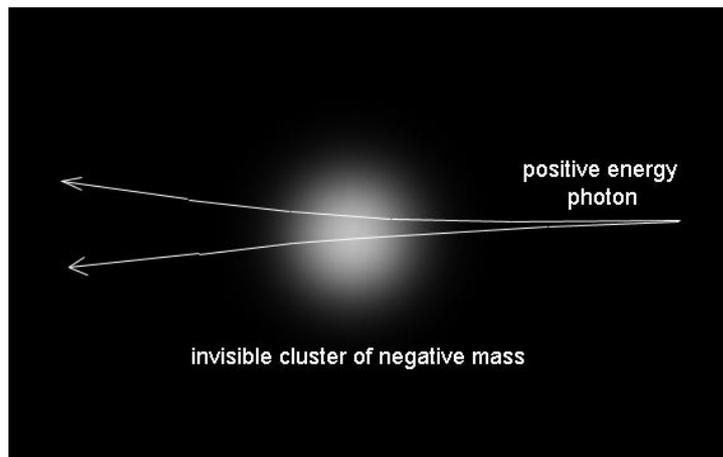
Je réfléchis et je trouve aussitôt la réponse. Les galaxies très éloignées émettent des photons, d'énergie positive, qui peuvent traverser sans encombre ces conglomérats de masse négative. Mais, ce faisant, ces objets vont se comporter vis à vis de cette lumière comme des lentilles divergentes. C'est le « negative lensing » que j'ai décrit dans mon papier de 1995 [9]. Une lentille convergente rassemble les rayons lumineux. Ce faisant elle magnifie la luminosité d'une source aux yeux d'un observateur.



Résultat inverse avec une lentille divergente, qui atténue la luminosité des objets :



Ainsi la lumière émise par les galaxies les plus lointaines verra la magnitude de celles-ci diminuée lorsqu'elle traversera les conglomérats de masse négative.



Or c'est exactement ce qui vient d'être observé. Les galaxies à très grand redshift sont des naines, aux dires des astronomes. J'explique cela dans l'article, répondant à la question du referee. Pour moi ces « naines » seraient des galaxies « normales » dont la magnitude serait simplement réduite par l'effet de lentille gravitationnelle provoqué par les clusters de masse négative rencontrés sur le chemin de la lumière qu'elles émettent.

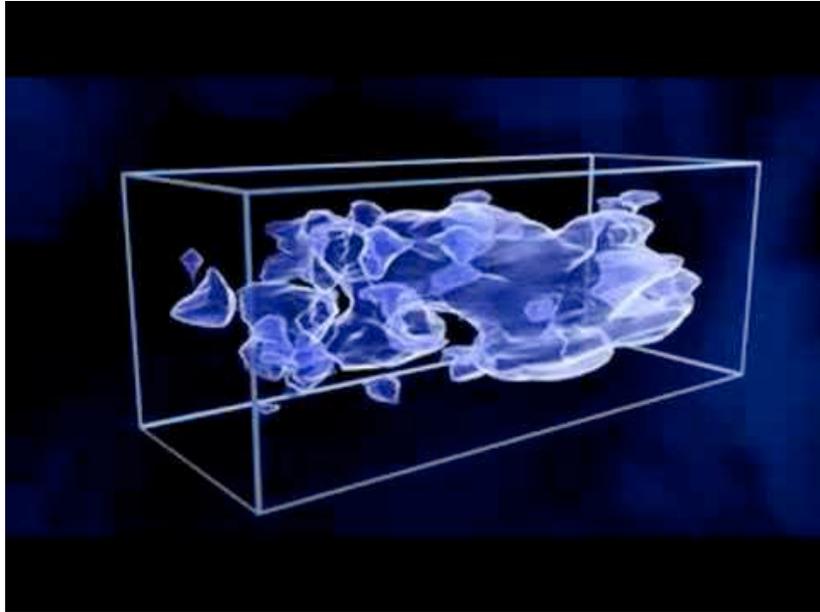
Je n'aurais jamais la réponse de celui-ci.

Brutalement, le directeur du journal m'écrit qu'il met fin à cette affaire qui, selon lui, n'aboutira jamais et encombre son secrétariat depuis trop longtemps. Je propose de ramener l'article aux quelques points qui pourraient être considérés comme acquis, en adressant une version abrégée de l'article au referee, avec cette proposition. Mais l'autre me répond, selon le style que tous lui connaissent « ma décision est irrévocable ». Et il ajoute :

- *Je vous rappelle qu'en matière d'acceptation des articles, seule la décision du rédacteur en chef de la revue compte, l'avais du referee n'étant que consultatif.*

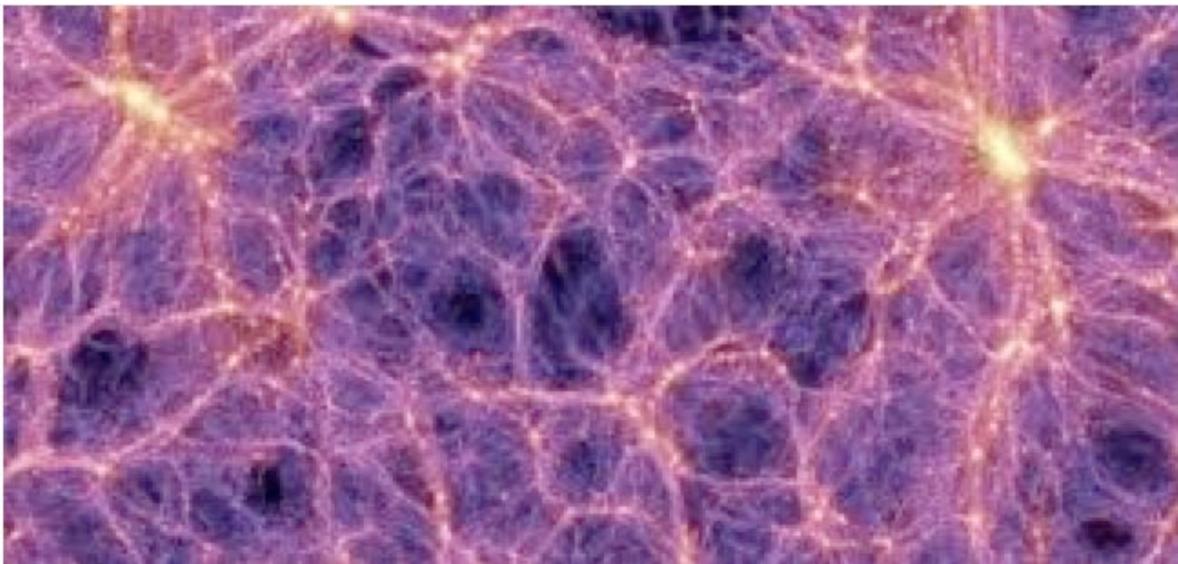
Une méthode alternative de cartographie de l'invisible.

Je trouve sur le net un exemple d'un tel travail. Voici une image 3D de la distribution de la matière sombre, déduite des observations de *weak lensing* (des effets de lentille gravitationnelle, faible), correspondant au COSMOS survey :



Cartographie de la matière sombre à partir du COSMOS survey

Ca n'est guère précis. L'image suivante est beaucoup plus impressionnante :



mais c'est ... une simulation.

On touche ici à un aspect envahissant de la science moderne, qui se peuple d'images de synthèse de plus en plus impressionnantes, de plus en plus riches et séduisantes. Que le public finisse par les confondre avec de véritables observations, cela peut se comprendre. Mais il semble bien que les chercheurs eux-même finissent par se prendre à leur propre piège.

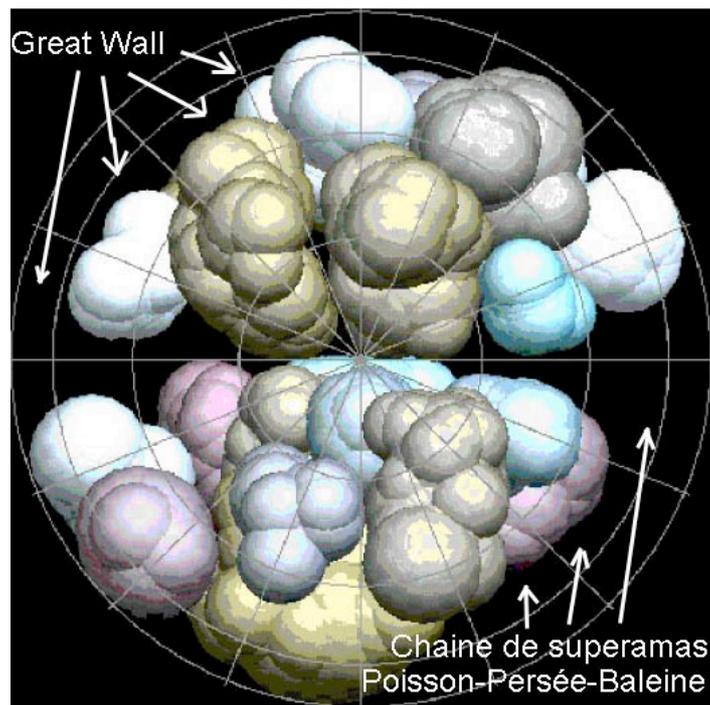
C'est beau, donc ça doit être vrai !

L'exemple le plus classique est celui des images de trous noirs.

Ce que vous pourriez voir, si

C'est l'ère des connaissances *virtuelles*, ou des experts vous expliqueront ce que vos yeux pourraient découvrir si vous pénétriez à l'intérieur d'un trou noir.

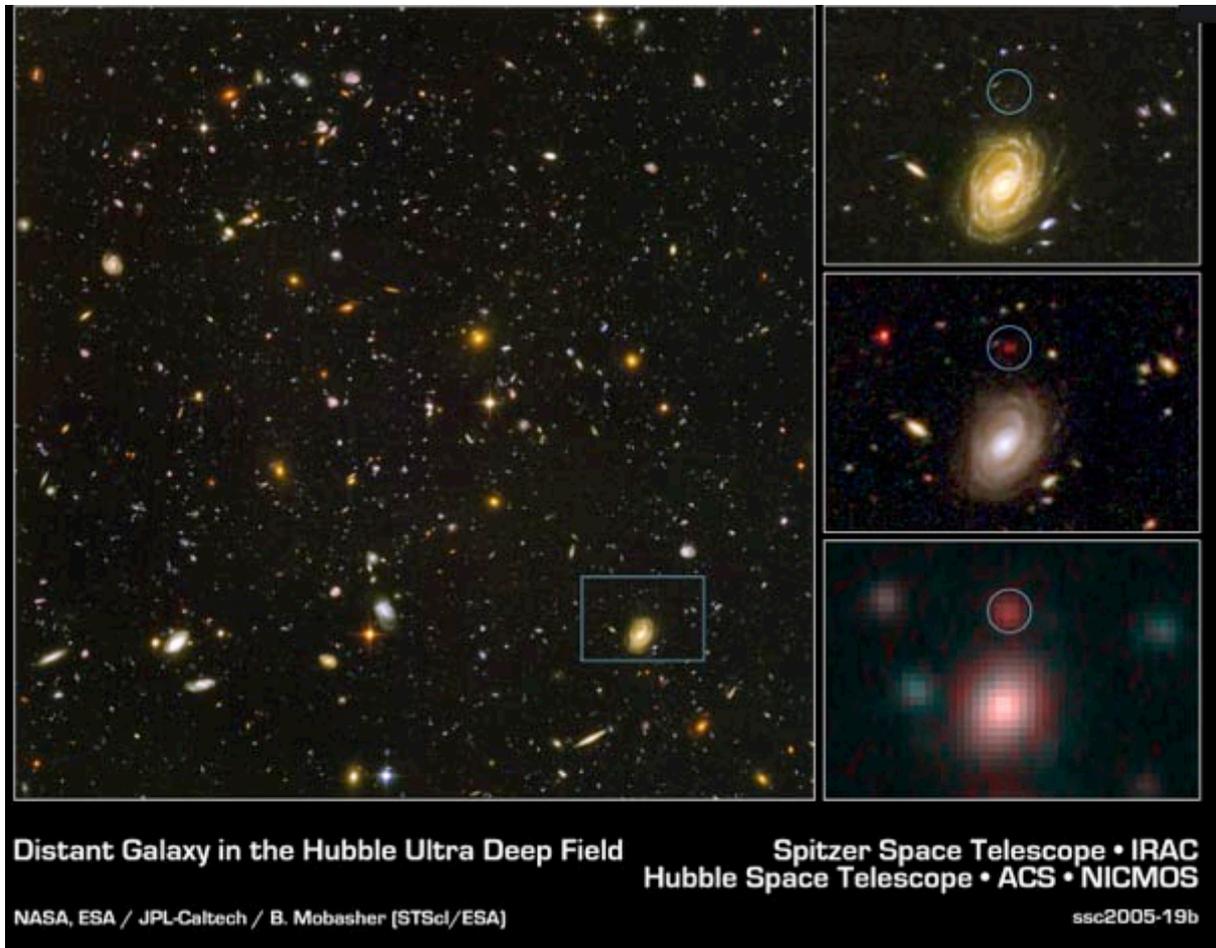
Revenons à cette structure à grande échelle de l'univers. Un chercheur Israélien, Tsvi Piràn³¹, a réalisé sa propre cartographie à partir des observations, dans cette optique « bulles jointives ». Voici ce qu'il obtient [12] :



Cette carte signale l'emplacement de deux « grands murs ».

³¹ Je lui ai écrit plusieurs fois sans obtenir de réponse.

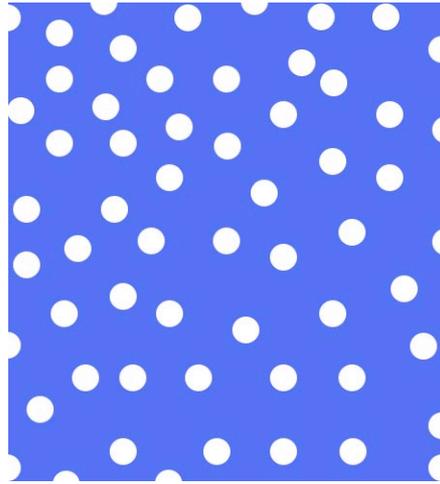
En 2013 une équipe japonaise a publié un article qui débouche sur une autre façon d'interpréter le weak lensing observé, mais en supposant qu'il est dû à des masses négative [11]. Au passage évoquons un peu ce phénomène de weak lensing. Les galaxies qu'on observe présentent une certaine ellipticité. L'image ci-après est intéressante. Elle date de 2005.



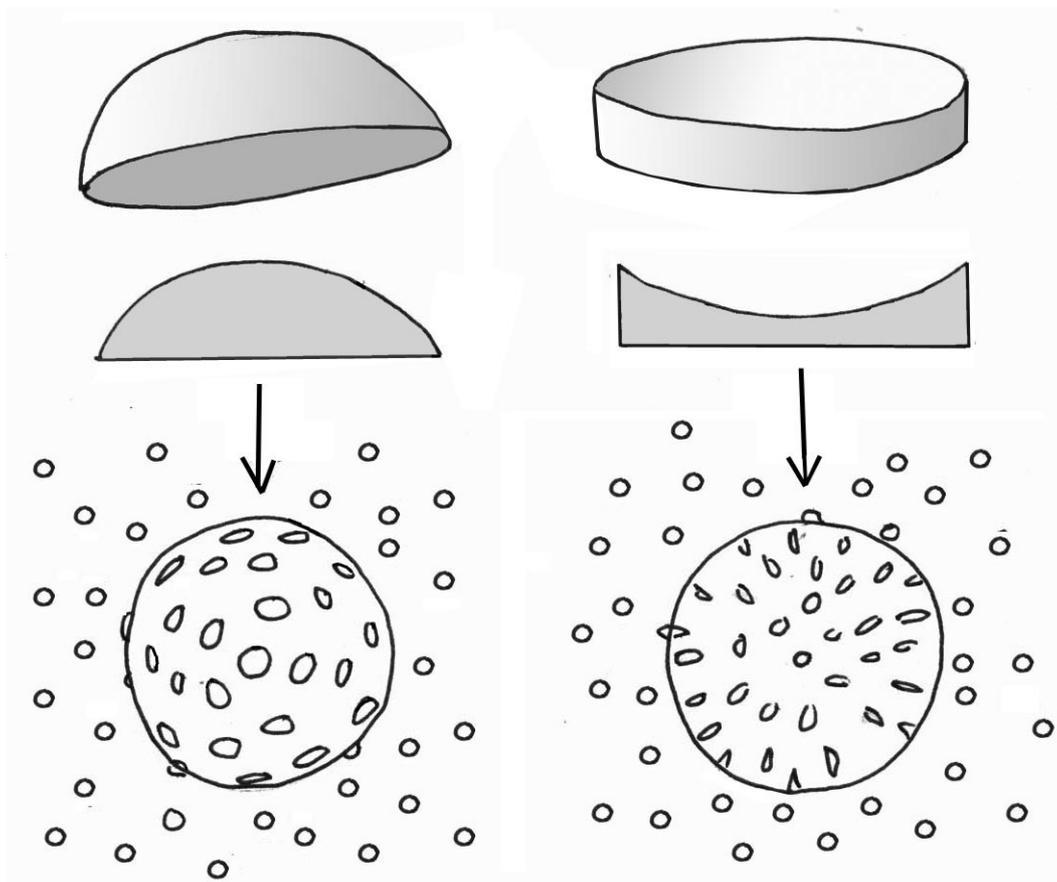
Si cette image ; grossies, celles de galaxies si lointaines qu'elles en rougissent

La technique du weak lensing consiste à faire détecter par un ordinateur si dans certaines régions la disposition des axes correspondant aux images ellipses s'écarte d'une simple distribution aléatoire, serait due à autre chose qu'au simple hasard.

Imaginons que toutes les galaxies se présentent comme des sphères. Un effet de lentille gravitationnel positif provoquerait leur étirement, de la même façon que la lentille convergente de gauche étire les images du tissu à pois sur lequel cette lentille est posée.



Le tissu à pois



Vu à travers des lentilles convergente et divergente

Ainsi quelqu'un qui ne verrait pas la lentille en question, mais constaterait la distorsion des images de ces pois pourrait reconstituer par le calcul les paramètres de cette lentille. Mais si on pose sur ce tissu une lentille *divergente*, l'aspect change totalement. La distorsion s'effectue dans un sens radial et non azimutal. C'est ce que ces Japonais signalaient.

De toute évidence il serait possible de reprendre toutes ces cartographies de la matière sombre en faisant jouer un weak lensing négatif. Une confirmation brillante serait apportée si les résultats cadraient avec la carte 3D de Tsvi Piràn. Mais qui fera cela, quand ? Je conjecture que j'aurai quitté ce monde depuis longtemps avant que quelqu'un ait l'idée de le faire.

Janus explique l'accélération de l'expansion

Ce phénomène a été constaté simultanément dès 1998 par deux équipes indépendantes, le Supernova Cosmology Project et le the High-Z Supernova Search Team. Cette découverte était totalement imprévue. En effet, depuis que Friedman avait sorti les premières solutions de l'équation d'Einstein décrivant l'évolution cosmique on en était resté à une décélération. C'était normal. Le cosmos résultait d'une fantastique explosion primordiale et les forces de gravité ne pouvaient que s'opposer à ce phénomène. Au plus ce ralentissement aurait pu devenir insensible.

Quand vous tirez un obus droit vers le ciel vous vous attendez à ce qu'il retombe, voire à ce qu'il quitte l'attraction terrestre en cheminant à vitesse constante, pas à ce que soudain il accélère.

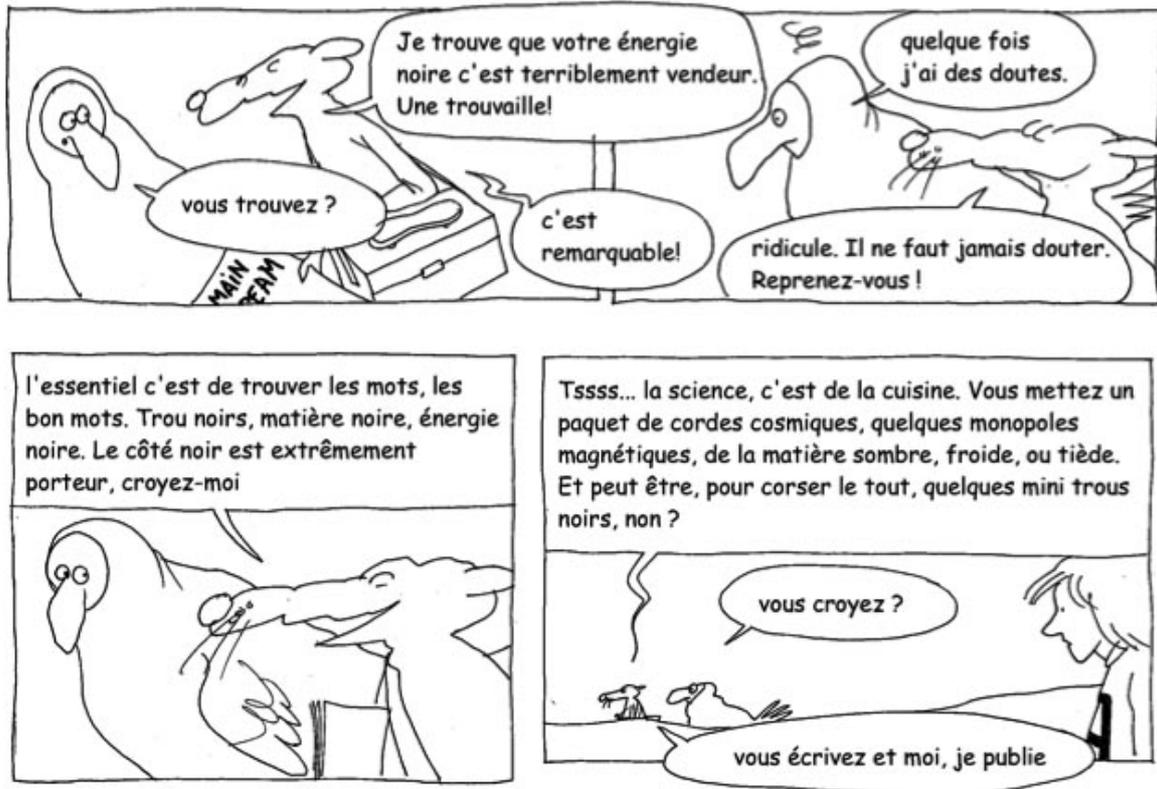
Mais les galaxies les plus lointaines ... accéléraient.

Déjà, dans cela, le modèle de Big Bang revu et corrigé comportait déjà une proportion majoritaire de matière sombre. Il fallait trouver un coupable.

Seuls des cosmologistes de ma génération se souviennent qu'il y a seulement quelques décennies

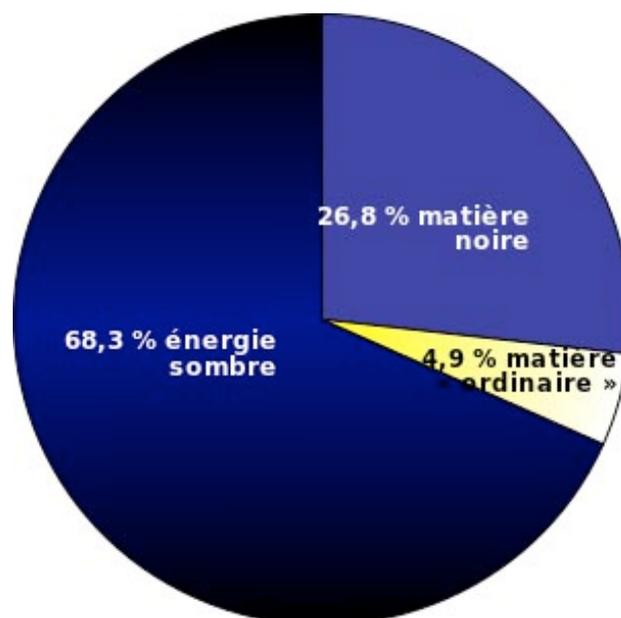
- *un large consensus s'était fait au sein de la communauté scientifique pour conclure que la constante cosmologique Λ , présente dans l'équation d'Einstein était soit nulle, soit très faible.*

Vite, on ressort la dite constante de sa naphthaline et, non seulement elle représente cette fois une contribution importante, mais elle pilote en fait la dynamique cosmique, reléguant la matière sombre au rang des accessoires.



Qu'en est-il en fait ?

Le cosmos accélère. C'est qu'est à l'œuvre en son sein une pression négative. La chose peut paraître paradoxale puisqu'on imagine plus facilement qu'une pression positive provoquerait une expansion. Mais il faut interpréter cette pression (ce qu'est en fait une pression) comme *une densité d'énergie par une unité de volume*. Donc il s'agit d'une *énergie négative*. En écrivant $E = mc^2$, on passe de l'énergie à un « équivalent masse », ce qui conduit au « camembert » ci-après :



Ce qui n'est pas dit, c'est que cette énergie devrait être ... négative, de même que cette masse équivalente, pour que son effet soit l'accélération de l'expansion. Toujours est-il qu'on s'enfonce dans la dark science. Le fait de mettre des chiffres après les virgules ne change rien au fait que cette nouvelle interprétation des choses de l'univers est totalement ad hoc, de même que le modèle cosmologique « de concordance », qui en découle, un modèle grevé de différents paramètres, qui se réfèrent à chacun des ingrédients, l'un à la matière sombre, l'autre à l'énergie noire. Et c'est en bricolant ces nombreux paramètres que nos modernes cosmic men arrivent à faire cadrer une courbe avec les données d'observations (740 supernovae).

En 2014 nous avons publié un article où cette accélération était imputée à l'action, prépondérante, de la masse négative. Ceci se présentait comme une solution exacte du système constitué par les deux équations de Petit, montré plus haut.

Réaction des spécialistes ?

Aucune



Une remarque, concernant cette description de « l'ère matière », mais sur laquelle on ne s'étendra guère : si l'ensemble des masses positives accélère, celui des masses négative .. ralentit.

Le modèle Janus, l'ère radiative (2016)

Cette solution ex acte se réfère à l'ère « matière » (quand la densité d'énergie mc^2 , sous forme de matière, est plus important que la somme $h\nu$ des photons). Il restait à construire la description de la phase radiative, quand c'est le rayonnement qui domine dans les deux populations.

Dans l'ère « matière » on avait posé a priori que les deux populations avaient des densités différentes, de même que des vitesses de la lumière différentes. La question qui se posait était

- Cette situation était-elle pré-existante au moment du Big Bang ou est-ce que cette dissymétrie ne s'est pas créée au fil de l'évolution cosmique ?

La solution exacte construite donne la première solution. C'est une reprise du modèle à constantes variables, déjà évoqué plus haut, correspondant aux publications de 1988-1995 ([8], [9]). Un travail que nous avons entrepris de publier. J'imagine qu'il faudra de nouveau récolter, comme pour les articles de 2014-2015 une bonne cinquantaine de rejet avant que ça passe.

De nos jours les scientifiques présentent leurs préprints dans un site

<http://www.argiv.org>

Avant 2013 j'avais positionné quelques articles dans ce site, dans la rubrique « physique générale » (très peu consultée). L'emplacement adéquat aurait été dans les sections

gr-qc (general relativity, quantum gravity)

astro-ph (astrophysique)

Mais il aurait fallu, pour ce faire, que j'aie pu être parrainé.

En 2013 je télécharge un premier article. Un robot m'indique donc la date et l'heure de la mise en ligne, en général 48 heures tout au plus. Mais le jour dit, pas d'article. Sur mon compte il est mentionné que celui-ci est « hon hold » (suspendu).

Avec ce site arXiv, pas de responsable en titre. Dans un premier temps on ne reçoit qu'une réponse qui semble émaner d'un robot :

- *Un ou plusieurs modérateurs ont émis des réserves quant à la mise en ligne de votre article. Faites preuve de patience.*

Deux mois passent. J'envoie deux autres articles, également mis « on hold ». Face à mes demandes réitérées une réponse me parvient. Dans mon cas on me demande, avant de tenter de positionner mes articles sur la plate forme arXiv de les publier au préalable dans une revue mainstream. En quelque sorte ils deviennent des « postprints » ce qui contredit totalement la philosophie de cette plate forme. Et in ajoute : « si vous tentez de resoumettre ces articles tout accès à arXiv vous sera retiré.

Voilà qui ressemble beaucoup à ce qui s'est passé il y a dix ans quand un groupe d'administrateurs, appuyés par un cosmic man abritant son identité sous le pseudonyme (transparent) d'alain.r avait œuvré pour déclancher, suite à un vote d'une poignée de ceux-ci (anonymes, bien sûr) mon *exclusion à vie* de Wikipedia.

Entre 2013 et 2017 ce ne sont pas moins de 17 articles que j'adresserai à arXiv et qui, à une date récente, figuraient sur mon compte, jusqu'à ce que des modérateurs décident de les en faire disparaître. Ca faisait vraiment désordre.

Il y a quarante années un homme comme Lichnérowicz serait immédiatement intervenu, menant son enquête, dénonçant de telles pratiques.

Aujourd'hui, personne ne bouge³²

³² Mes articles se trouvent sur le site <http://www.researchgate.net> researchgate.net, la plate forme concurrente d'arXiv. J'y bats tous les records de consultation et de

On a donc deux ensembles de constantes

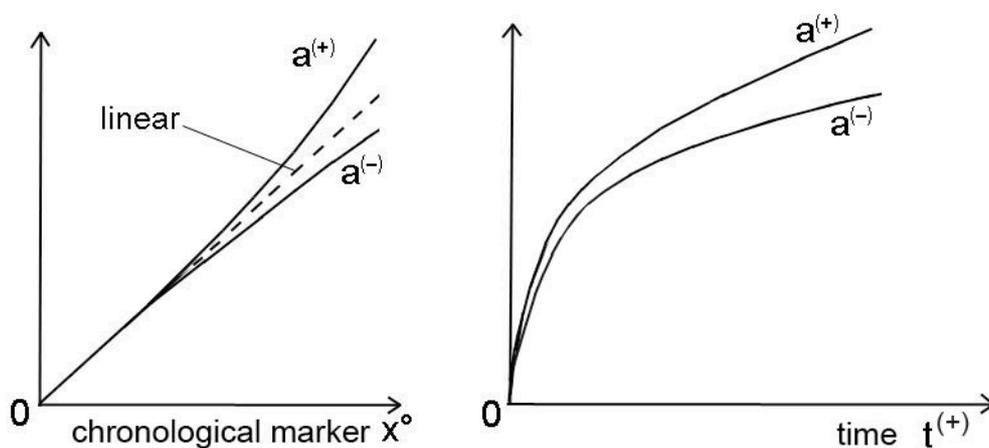
$$\{ c^{(+)} , G^{(+)} , m^{(+)} , h^{(+)} , e^{(+)} , \mu^{(+)} \} \quad \text{et} \quad \{ c^{(-)} , G^{(-)} , m^{(-)} , h^{(-)} , e^{(-)} , \mu^{(-)} \}$$

qui, dans cette ère radiative, émergent du système d'équations :

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} R^{(+)} g_{\mu\nu}^{(+)} + \Lambda^{(+)} g_{\mu\nu}^{(+)} = + \chi \left[T_{\mu\nu}^{(+)} + \sqrt{\frac{g^{(-)}}{g^{(+)}}} T_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} R^{(-)} g_{\mu\nu}^{(-)} + \Lambda^{(-)} g_{\mu\nu}^{(-)} = - \chi \left[\sqrt{\frac{g^{(+)}}{g^{(-)}}} T_{\mu\nu}^{(+)} + T_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

On décrit alors l'évolution cosmique à l'aide d'une variable chronologique commune qu'on appelle x° et qui n'est pas le temps. Deux observateurs, l'un constitué de masse positive et l'autre de masse négative observeraient cette évolution cosmique différemment. On a introduit deux « facteurs d'échelle » $a^{(+)}$ et $a^{(-)}$ qui sont à l'image de l'expansion dans les deux systèmes. L'observateur fait de masse positive observera cette expansion selon le temps $t^{(+)} \propto a^{(+)\frac{3}{2}}$ tandis que l'observateur fait de masse négative verra cette expansion au rythme d'une autre temps qui est $t^{(-)} \propto a^{(-)\frac{3}{2}}$. L'allure générale donne ceci :



Les deux facteurs d'échelle divergent. De plus on a :

$$\rho^{(+)} \propto \frac{1}{a^{(+)\,2}} \qquad \rho^{(-)} \propto \frac{1}{a^{(-)\,2}}$$

Si on se fonde sur l'interprétation lacunaire que nous avons donnée de la structure à grande échelle la valeur absolue de la densité de la matière positive est plus élevée. Donc

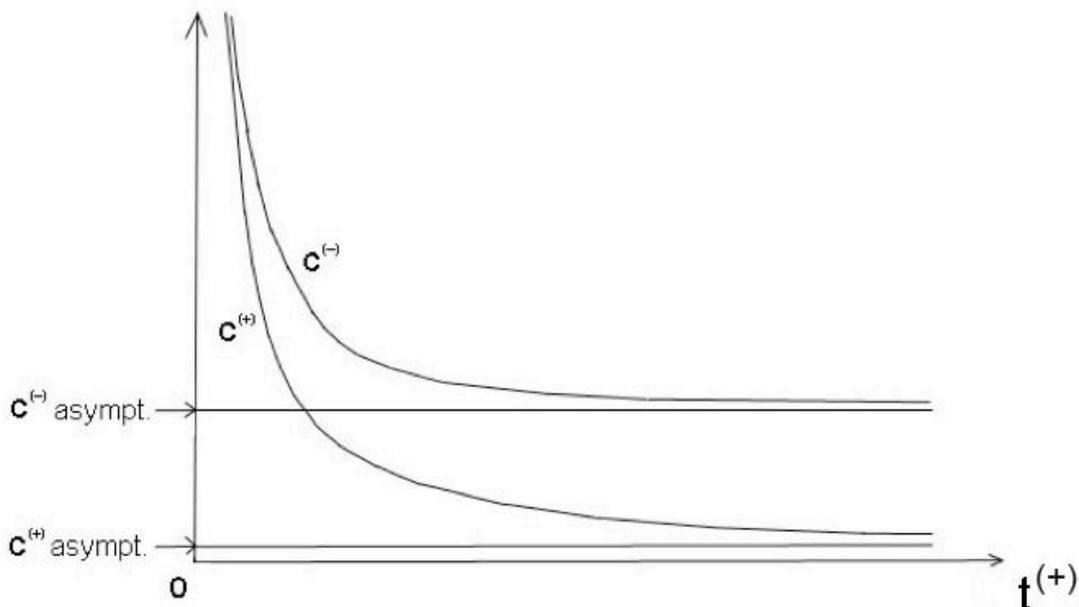
$$a^{(+)} > a^{(-)}$$

Comme on a (processus de jauge) :

$$c^{(+)} \propto \frac{1}{\sqrt{a^{(+)}}} \qquad c^{(-)} \propto \frac{1}{\sqrt{a^{(-)}}}$$

(en fait : $a^{(+)} c^{(+)^2} = a^{(-)} c^{(-)^2}$) la vitesse de la lumière est plus élevée dans le « secteurs négatif » (sur « l'envers » de l'hypersurface), tandis que les distances y sont plus courtes, raccourcies d'un facteur $a^{(-)}/a^{(+)}$

On a toujours une double description chronologique, selon qu'on adopte le temps $t^{(+)}$ ou le temps $t^{(-)}$ pour l'observateur.



Les deux vitesses de la lumière s'écartent l'une de l'autre

Que devient cette affaire de temps opposés ?

C'est une partie importante du dernier travail, par ailleurs déjà dégrossie en 2000 [10]. Je pense qu'en essayant de faire passer les idées dans le présent document cela ne ferait que créer la confusion dans l'esprit du lecteur.

Tout est dans cette approche Souriau de la Physique mathématique, qui seule permet de donner un sens à cette inversion de la coordonnée temporelle, qui ne signifie rien d'autre que l'inversion de l'énergie et du temps. On a étendu cette approche en situant le mouvement des particules dans cinq dimensions au lieu de quatre. Pourquoi ?

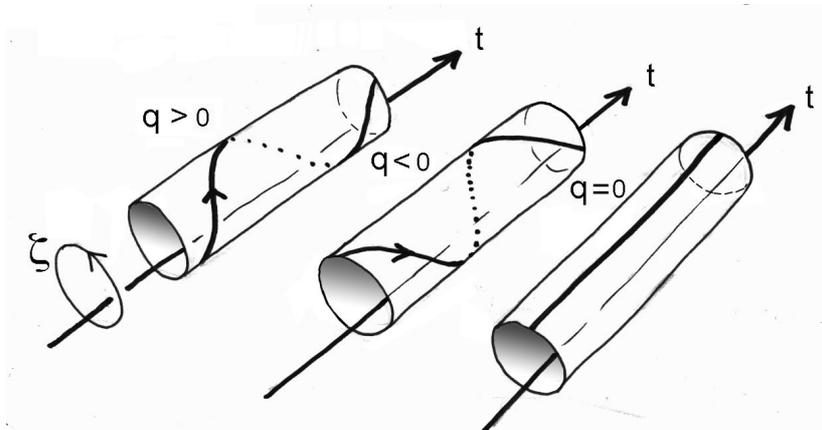
Parce que se déplacer dans cette cinquième dimension signifie simplement que les particules sont équipées d'une charge électrique. De plus cette cinquième dimension est fermée sur elle-même, ce qui va de pair avec le fait que la charge électrique est quantifiée.

On peut schématiser cet espace à cinq dimensions en compactant les quatre premières selon une simple droite orientées (dans le temps). Alors cette « fibre » que crée l'ajout de cette cinquième dimension donne naissance à un cylindre, sur lequel, en suivant les géodésiques, il y a évidemment trois façons de se déplacer, le déplacement selon une génératrice correspondant à une charge électrique nulle.

Pour être plus précis, ça n'est pas une cinquième dimension qu'on ajoute, mais p dimensions supplémentaires qui vont avec p « charges quantiques ». La charge électrique n'est que l'une d'entre elle. Citons la charge baryonique, la charge leptonique, etc ...

La dualité « matière - antimatière » correspond à l'inversion de toutes les charges quantiques. Ainsi la génératrice ne représenterait pas la trajectoire d'une particule de charge électrique zéro, comme le neutron, mais celle d'un photon, dont toutes les charges son nulles. Par contre, si un neutron a une charge électrique nulle, sa charge quantique baryonique vaut +1. L'antineutron a toujours une charge électrique nulle, mais sa charge baryonique est devenue -1.

Ainsi le dessin ci-après est une image didactique de la traduction géométrique de la dualité matière antimatière, qui est l'inversion de toutes les dimensions additionnelles (ici schématisées par une seule).



Cela nous permet d'apporter une réponse à la question

Qu'est devenue l'antimatière primordiale ?

Cela nous ramène à l'idée d'Andréi Sakharov, de 1967 avec des taux de production de matière et d'antimatières différents dans les deux populations, de masse positive et de masse négative. On arrive alors au schéma ci-après

Après les annihilations, nous avons :

- *des photons d'énergie positive*
- *un faible reliquat de masse positive*
- *le reliquat correspondant d'antimatière de masse positive, dans un rapport 3/1*
- *pas d'antimatière de masse positive*
- *un reliquat correspondant d'antiquarks d'énergie positive*

Et au plan des énergies négatives :

- *des photons d'énergie négative*
- *un faible reliquat d'antimatière de masse négative*
- *pas de matière de masse négative*
- *mais un reliquat de quarks d'énergie négative, dans un rapport 3/1*

A propos de la manip Gbar du CEA.

Mon ami Gabriel Chardin porte toute son attention sur l'expérience Gbar où, après avoir produit des antiprotons et des anti-électrons, avoir neutralisé le tout et ralenti les anti-atomes d'hydrogène à une vitesse de 50 cm/s on sera à même d'observer leur chute dans le champ de gravité créé par la Terre.

Chardin aimerait bien que son antimatière « tombe vers le haut »

Je conjecture qu'elle tombera bêtement vers le bas

En effet elle est C-symétrique de notre propre matière, mais possède une masse positive.

L'antimatière qui « tomberait vers le haut » serait PT-symétrique de notre matière. Comme la T-symétrie entraîne l'inversion de la masse, elle a une masse négative. Non seulement cette seconde antimatière serait à rechercher entre les galaxies mais, même si le Cnrs et le CEA envisageaient une mission pour installer le laboratoire là-bas, la mise en évidence observationnelle resterait problématique vu que cette antimatière resterait totalement invisible et insensible aux instruments de laboratoire.

Je pense que ça ne vaut donc pas le coup d'envisager cela. C'est ce que j'ai dit à Chardin.

Quid du Théorème CPT ?

Certains diraient

- *Et que faites vous du théorème CPT ?*

« Un théorème pour physiciens », disait Souriau, moqueur³³.

Ce théorème nous dit que la CPT symétrique d'une particule se comporte comme cette même particule.

Cette assertion implique que cette T-symétrie, celle des tenants de la Théorie Quantique des Champs, n'inverse pas l'énergie. Or ceci part d'un choix arbitraire, ad hoc, opéré d'emblée vis à vis de l'opérateur d'inversion du temps.

Dans la théorie des systèmes dynamiques l'opérateur d'inversion du temps est réel. En Théorie Quantique des Champs c'est un opérateur complexe qui peut donc être

linéaire et unitaire ou anti-linéaire et anti-unitaire

Si on se réfère à la bible de la Théorie Quantique des Champs, à l'ouvrage du prix Nobel Stephen Weinberg [14] et aux pages 74-76 les tenants de cette théorie ont opté pour un opérateur anti-linéaire et anti-unitaire, « sinon cette inversion entraînerait l'inversion de l'énergie, ce qui est ... impossible »

Plus loins, page 104 Weinberg dit que comme on ne connaît pas de situations en physique qui impliquent des états d'énergie négative, on conservera cette hypothèse ».

Cela contredit l'accélération cosmique, qui implique une énergie négative.

J'ai écrit à Weinberg. Mais comment voulez-vous qu'il y ait une chance que mon message soit lu ?

Rien ne va plus en physique³⁴

C'est le titre d'un ouvrage, best seller international, publié en 2007 par le physicien canadien Lee Smolin. La conception de ce livre part d'une anecdote, contée par Smolin lui-même. Au départ il est un ardent défenseur de la théorie des cordes. A l'occasion du jubilé d'un chercheur cette communauté demande à Smolin de prévoir un exposé où il rappellerait les grands acquis de cette théorie. Il commence donc par un « théorème d'existence ». Mais ses voisins mathématiciens lui objectent que ce théorème n'en est pas un. Les superstring men protestent « c'est un des piliers de la théorie ! »

Déconcerté, Smolin décide de rencontrer l'auteur de ce travail, à la retraite. Mais quand il le questionne, l'autre lui répond :

³³ Selon lui la physique théorique moderne était devenue une discipline alliant une physique dénuée d'expériences et une mathématique sans rigueur (...)

³⁴ En anglais « The trouble with physics »

- *Moi ? Je n'ai jamais voulu démontrer cela !*

Au fil des mois Smolin découvre avec effarement l'inconsistance de cette théorie des cordes³⁵ et décide de jeter un pavé dans la mare en publiant son livre. Alain Connes, mathématicien et Médaille Field, le préface et abonde dans ce sens.

Il se trouve que j'ai pu nouer des contacts amicaux avec Connes. Je lui demande donc d'appuyer, vis à vis de Smolin, une proposition de ma part de venir au Canada, à mes frais, au Perimeter Institute pour lui présenter mes travaux, que je mets en pièce attachée.

Alain appuie mon envoi, écrit à Smolin.

Pass de réponse.

Six mois plus tard, à ma demande, il réitère sa démarche, sans que celui dont il a préfacé le livre ne lui réponde.

L'explication ?

Le Canadien est moins ouvert qu'il ne le prétend. En fait le sens de sa démarche se lit en consultant les noms des gens avec qui il cosigne des articles.

- *Carlo Rovelli, gravitation à boucles*
- *Joao Magueijo, vitesse de la lumière variable*

Un triumvirat où je n'ai pas ma place ;

A propos de la « singularité initiale »?

L'existence ou la non existence de singularités dans le monde physique est depuis longtemps matière à débat. Dans un article de 2014 paru dans *Modern Physics Letters A* [13] j'ai montré que la « singularité centrale des trous noirs » pouvait être éliminée par un simple changement de variable. Alors cette structure géométrique se présente comme une sorte de pont conduisant à un autre univers, qui n'est rien d'autres que « l'envers le hypersurface espace-temps ».

Si j'ai raison, alors les « trous noirs » n'ont plus de « centre » ce qui enverra aux orties une centaine de thèses de doctorat et un bon millier d'articles.

Mais un black hole man a éclairé ces jours derniers ma lanterne, je le rappelle :

- *A l'intérieur du trou noir r devient le temps et t le rayon*

C'est, selon lui, ce qui explique pourquoi la signature de la métrique reste inchangée.

Je rappelle ce qu'est la signature d'une métrique Riemanienne. La métrique de Schwarzschild est :

³⁵ Aujourd'hui tombée en disgrâce totale. Dans les colloques on n'en parle simplement plus.

$$ds^2 = \left(1 - \frac{R_s}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{R_s}{r}} - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2\theta d\varphi^2$$

Dans cette expression on dénote une suite de signes. Quand $r > R_s$ (à l'extérieur du trou noir) on obtient la suite :

$$(+ - - -)$$

C'est cela qu'on appelle la *signature*.

Mais quand on pénètre « à l'intérieur » ça devient :

$$(- + - -)$$

Pas de problème, me dit mon black hole man. Si vous considérez que r est le temps et t le rayon, tout centre dans l'ordre.

A propos de cette histoire d'altération de la métrique, il m'écrit :

. Il ne semble pas qu'il y ait d'impossibilité mathématique à ce que la signature change, cependant les conditions qui permettent ce changement de signature semblent extrêmement restrictives, de sorte qu'il est communément accepté que si changement de signature il y a, alors cela ne peut se faire que dans les conditions extrêmes de l'univers très primordial. Il existe ainsi des scénarios cosmologiques où on part d'une métrique euclidienne à quatre dimensions, et s'effectue quelque part dans cette variété un changement de signature qui devient lorentzienne. Ces scénarios ont eu été en vogue il y a plusieurs décennies, mais ne donnent plus lieu à une grande activité aujourd'hui.

Voilà qui va faire plaisir aux frères Bogdanoff, bien que ceux-ci seront probablement très surpris d'apprendre que leurs idées sont « communément admises ».

Voyons comment la géométrie permet d'envisager cette situation.

Si l'univers a plus de quatre dimensions on peut lui en attribuer $(4 + p)$, p étant le nombre de charges quantiques, associées à p dimensions fermées.

Associons des coordonnées $\{\zeta^1, \zeta^2, \zeta^3, \dots\}$ à ces P dimensions supplémentaires. La symétrie matière antimatière se traduit par :

$$\zeta^1 \rightarrow -\zeta^1$$

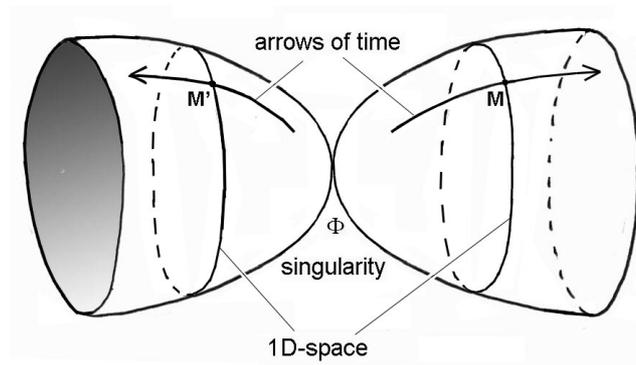
$$\zeta^2 \rightarrow -\zeta^2$$

$$\zeta^3 \rightarrow -\zeta^3$$

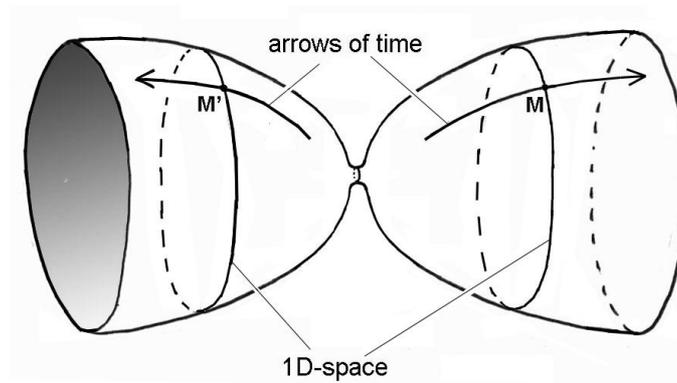
etc

Ce qui entraîne l'inversion de toutes les charges quantiques.

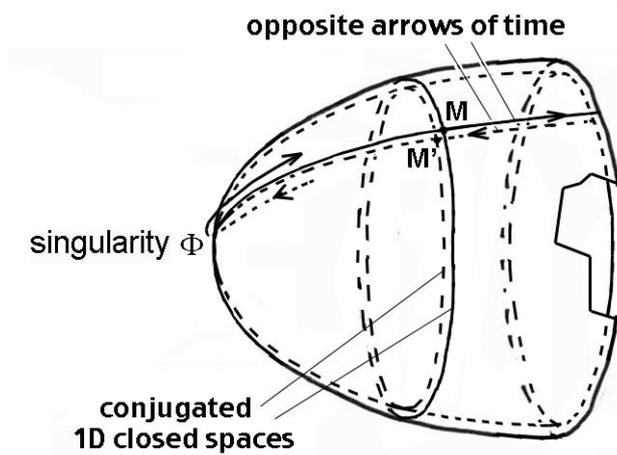
Reprenons l'image 2D du modèle de Sakharov :



Enlevons la singularité :



Passons maintenant à l'image didactique 2D du modèle Janus, ce qui équivaut à « replier le modèle Skharovien sur lui-même » :



Enlevons la singularité:

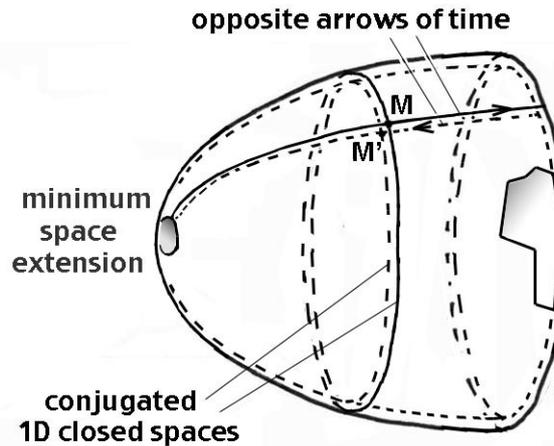


Fig.35 : 2D didactic image of Janus model without singularity

On a $(4 + p)$ dimensions). L'espace qui relie ces deux « secteurs » aura une dimension

$$(4 + p) - 1$$

La métrique est :

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - (d\zeta^1)^2 - (d\zeta^2)^2 - (d\zeta^3)^2 - \text{etc}$$

et la signature est alors :

$$(+ - - - - \dots) \text{ avec } (3 + p) \text{ signes "moins"}$$

On est face à une *dégénérescence dimensionnelle*. Une des dimensions doit disparaître. Laquelle ? Celle où la symétrie qui lui est associée ne se traduit pas par quelque chose de physique dans chaque secteur. Voyons cela :

- Symétrie $x \rightarrow -x$: présente dans les deux secteurs, c'est la P-symétrie. Or on constate cette P-symétrie à la fois dans les mondes d'énergie positive et d'énergie négative. Cela correspond au phénomène de la *polarisation* de la lumière (des photons d'énergie positive, comme des photons d'énergie négative)
- Même chose pour $y \rightarrow -y$
- et pour $z \rightarrow -z$
- Considérons les symétries $\zeta^i \rightarrow -\zeta^i$ Elles correspondent à la dualité matière-antimatière. Or c'est un phénomène qu'on observe, dans ces deux mondes, celui des masses positives comme des masses négatives.

Qu'est-ce qui reste ?

La variable temps, qui disparaît .

La métrique de l'espace de jonction est donc :

$$d\sigma^2 = -dx^2 - dy^2 - dz^2 - (d\zeta^1)^2 - (d\zeta^2)^2 - (d\zeta^3)^2 - \text{etc..}$$

Rien que des signes moins.

Si on limite l'extension spatiale à une seule dimension la métrique s'écrira

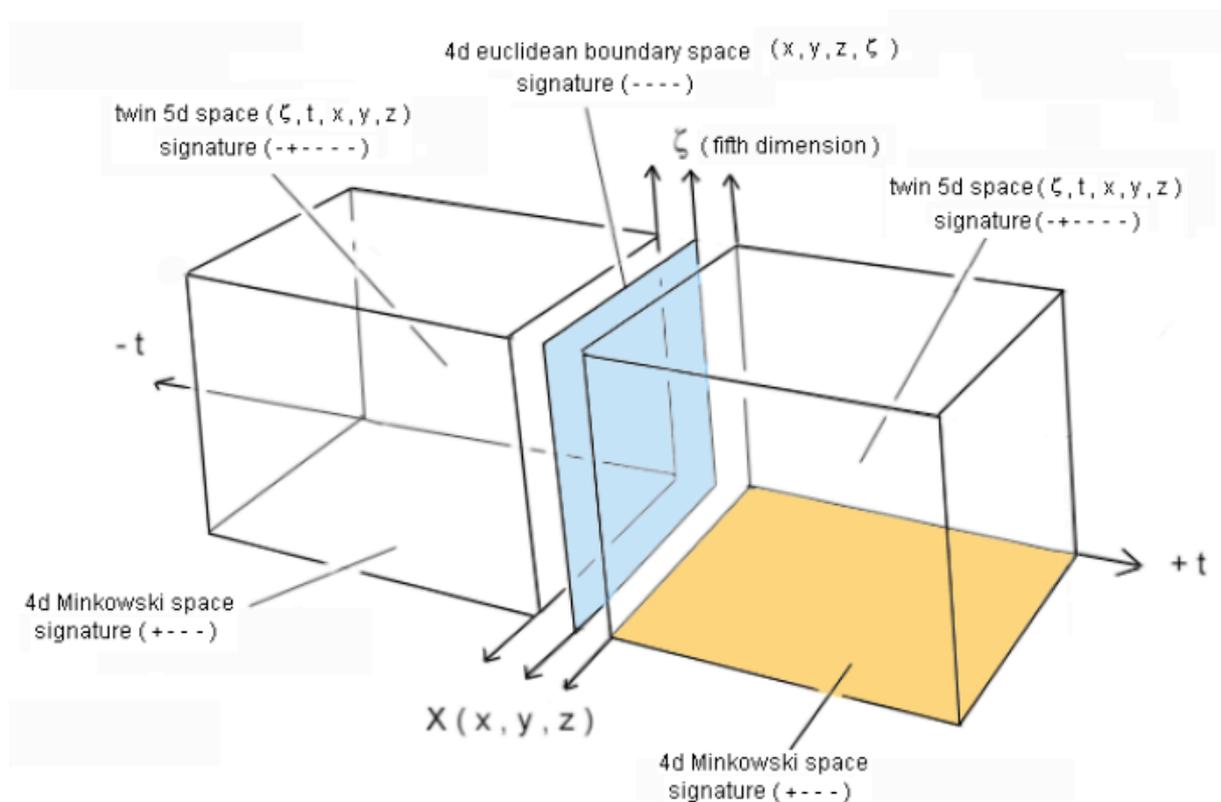
$$d\sigma^2 = -dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2$$

et la signature devient :

(----)

quatre signes moins. Un univers euclidien.

L'image didactique ci-après est une illustration de cette idée.



Conclusion

J'arrive au bout de ce long article qui m'a fait me remémorer quarante années de travail, d'efforts infructueux, se solant par un insondable gâchis. Je ne peux me défendre d'un fort pessimisme. Je dirais que j'ai composé ces pages par acquis de conscience, mais que

je doute qu'elles aient un impact quelconque. Disons que si un journaliste scientifique accepte de briser l'omertà, ces pages pourront le guider. Quant au monde scientifique, il n'y a que deux options. Soit les gens ne sont pas branchés cosmologie et astrophysique, et alors entrer dans cet univers sera pour eux mission impossible. Soit il s'agit de cosmic men, et s'ouvrir à une telle perspective de recherche serait alors pour eux trop dommageable.

La théorie des cordes, la plus stérile que la science ait jamais connue, a accaparé impunément tous les efforts de recherche en physique théorique pendant plus de trois décennies avant de disparaître sans tambours ni trompettes, sans un mot de commentaire concernant cette incroyable perte de temps, d'argent et d'énergie. La dark science, véritable trou noir de la connaissance, prend le relai, se gavant de mots vides, d'images de synthèse, emmenant le monde de la recherche dans un obscurantisme sidérant (c'est le mot qui convient).

Début 2017 le public se verra proposer un choix entre continuer d'avalier les mensonges qu'on lui sert ou décider d'appuyer une démarche visant à faire éclater la vérité. Si les citoyens le décident, ils pourront passer outre aux blocages que dresse la communauté scientifique, par simple cosmotrouille.

Au printemps 2017 j'aurai 80 ans. Si rien ne se passe, si une ouverture ne se présente pas, alors je considérerai comme totalement déraisonnable, absolument inenvisageable, de prolonger ces quatre décennies de la même façon que je les ai vécues. Je tournerai cette page « cosmologie, astrophysique, modélisation des voyages interstellaires » de la même manière que j'ai tourné celle de la MHD. J'opèrerai une reconversion, toujours vers quelque chose d'éminemment passionnant, mais dans un tout autre domaine. Tout est déjà prêt de ce côté-là. Tout au long d'une carrière fort difficile je m'en suis toujours tiré parce que j'assurais toujours prudemment mes arrières.

References

[1] A.D.Sakharov, ZhETF Pis'ma 5 : 32 ; JETP Lett. 5 : 24 (1967)

[2] A.D.Sakharov , ZhETF Pis'ma 76 : 1172 (1979) ; JETP 49 : 594 (1979)

[3] A.D.Sakharov , (1980). Cosmological Model of the Universe with a Time Vector Inversion. ZhETF (Tr. JETP 52, 349-351) (79): 689–693

[4] J.P.Petit, Univers Enantiomorphes à flèches du temps opposées. CRAS (French Comptes Rendus at the Academy of Science of Paris) 1977, math,t.284,pp.1217-^o-122. ("Enantiomorphic universes with opposite time arrows").

[5] J.P. Petit (May 23, 1977). "Enantiomorphic universes with opposite time arrows". Comptes rendus de l'Académie des Sciences 263: 1315–1318. Paris: French Academy of Sciences.

- [6] J.P. Petit (June 6, 1977). Univers en interaction avec leur image dans le miroir du temps. ("Universes interacting with their opposite time-arrow fold"-). Comptes rendus de l'Académie des Sciences 284: 1413–1416. Paris: French Academy of Sciences..
- [7] J. P. Petit, Nuovo Cimento B. The missing mass problem. **109**, 697 (1994).
- [8] J.P.PETIT : Cosmological model with variable velocity of light. Modern Phys Letters A3, 1988, pp. 1527
- [9] J.P.PETIT, Twin Universe Cosmology, Astrophys. and Sp. Science, **226**, 273-307, 1995
- [10] J.P.PETIT, P.MIDY & F.LANDSHEAT : Twin matter against dark matter. Intern. Meet. on Astrophys. and Cosm. "Where is the matter ? ", Marseille 2001 june 25-29
- [11] Koki Izumi, Chizaki Hagiwara, Koki Nakajima , Takao Kitamura and Hideki Asada : Gravitational lensing shear by an exotic lens with negative convergence or negative mass. Physical Review D **88**, 024049 (2013)
- [12] El-Ad H. , Piran T. (1997) Astrophys. J.
- [13] J.P.Petit & G.D'Agostini : Cancellation of the singularity of the Schwarzschild solution with natural mass inversion process. Mo. Phys. Lett. A vol. 30 n°9 2015
- [14] S. Weinberg : the Quantum Theory of Fields (édition 2005). Cambridge University Press.