

1) Introduction

La cosmologie est une science jeune et en pleine effervescence. Son objet, en tant que discipline scientifique, est l'étude de l'univers dans sa globalité. Son étude repose mathématiquement sur la théorie de la relativité générale. L'univers est en expansion, celle-ci se traduisant via une grandeur mesurable, la constante de Hubble H_0 ou plus généralement le paramètre de Hubble H [t].

La théorie s'appuie sur des mesures observationnelles de plus en plus précises, permettant de confronter théorie et observation, et donc de progresser ainsi dans la connaissance de l'univers qui nous entoure.

Tout ceci ne va pas sans difficultés. Il est maintenant connu du grand public (Pour la science n°510 d'avril 2020) que la mesure de la valeur de la constante de Hubble H_0 , selon deux systèmes de mesures différents basés sur le même modèle, donne deux valeurs incompatibles : $67.4 \pm 0.5 \text{ km/s/Mégaparsec}$ pour l'une et $74 \pm 1.4 \text{ km/s/Mégaparsec}$ pour l'autre, avec des barres d'incertitude qui ne se recouvrent pas. Il y a clairement une crise actuellement dans le domaine de la cosmologie observationnelle, peut être au niveau des mesures, mais peut être aussi au niveau du modèle actuel dit « standard » de la cosmologie.

Il faut dire qu'on a ajouté de plus en plus d'ingrédients dans ce modèle, justement pour essayer d'épouser au mieux l'ensemble des mesures. Au fur et à mesure des travaux, le modèle standard actuel s'est « enrichi » de nouveaux concepts : l'inflation (pour essayer d'expliquer l'extraordinaire homogénéité de l'univers en liaison avec le problème de l'horizon cosmologique), la matière noire d'origine inconnue (pour essayer notamment d'expliquer la vitesse de rotation des galaxies), l'énergie noire (sous la forme d'une constante cosmologique pour essayer d'expliquer l'accélération de l'expansion) d'origine inconnue également, le tout donc pour expliquer aussi bien le développement cosmologique de l'univers et son homogénéité, que plus localement l'étrange vitesse de rotation des soleils dans les galaxies.

Ce qui est tout de même stupéfiant, c'est que 95 % du contenu de l'univers selon ce modèle reste d'origine totalement inconnue et hypothétique, les 5% restants étant attribués à la matière « normale », celle que l'on observe tous les soirs en levant les yeux vers le ciel nocturne, qui nous vient des étoiles et des galaxies.

Dans ce contexte pour le moins étrange, peut-on essayer d'expliquer les 95% inconnus par d'autres concepts, sans a priori, en essayant d'en limiter le nombre et ainsi le nombre de paramètres du modèle ?

Puisqu'on parle de matière noire, d'énergie noire, pourquoi ne pas introduire le concept de matière négative (et d'énergie négative) pour voir ce qui se passe ? Ce seul concept peut-il remplacer la matière noire et l'énergie sombre ?

En général, ce contexte de matière négative est écarté très rapidement : on n'en a jamais vu d'une part (pas plus que la matière sombre d'ailleurs), et puis cela donnerait lieu d'après les scientifiques ayant étudié le sujet à des effets pour le moins surprenants : le chapitre 2 suivant fait un tour d'horizon de cet argumentaire et explique en quoi l'idée est intéressante.

Le chapitre 3 suppose un univers dominé par la matière négative : une comparaison de ce modèle aux observables est effectuée, ceux-ci étant limités à h_0 (constante de Hubble réduite, dont la valeur doit être proche de 0.675 ou 0.74) et à q_0 (paramètre de décélération). On obtiendra une valeur de h_0 très intéressante...

Le chapitre 4 donne une solution particulière de l'approche précédente, avec $q_0=0$, ce qui conduit à l'univers dit de Dirac-Milne étudié activement en ce moment et confirme la valeur de h_0 obtenue au chapitre 3. Ce modèle implique $k=-1$.

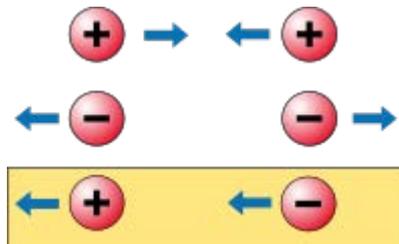
Le chapitre 5 évoque les études effectuées sur un univers à deux feuillets en essayant de montrer que l'existence de matière négative est possible dans le cadre de la Relativité Générale, et il propose un observable plausible dans ce contexte.

Ces idées de matière négative et de deux feuillets d'univers ne viennent pas de nulle part : l'annexe 2 analyse les textes Ummites dans le domaine de la cosmologie, et évoquent l'existence d'un espace jumeau du nôtre qui serait constitué de matière négative....

2) La matière négative et les lois de la physique. Nécessité d'un second feuillet d'univers.

Personne n'a jamais observé de particules de matière négative : ce qu'on appelle l'antimatière est certes composé d'antiparticules, mais ces dernières possèdent des masses positives et mesurables.

Si de telles particules d'énergie négative devaient exister dans notre univers, elles auraient un comportement très étrange, comme d'ailleurs expliqué par Bonnor en [1] et par d'autres comme Bondi, avec des « lois » comme suit :



Les particules de masse + s'attirent, celles de masse - se repoussent, et les opposés se courent d'après, avec une sorte de mouvement de poursuite bizarre !

Pourtant, quand on s'interroge sur la possible existence physique des masses et des énergies négatives (voir l'article Negative mass dans Wikipedia et ses références), les recherches conduisent invariablement à l'idée d'une inversion de la flèche du temps, cette inversion provoquant semble-t-il l'inversion de la masse et de l'énergie.

Le tableau suivant montre ce qui se passe lorsque l'on inverse le temps propre et lorsqu'on fait par comparaison un simple changement global de tout le système de coordonnées (PT).

L'inversion du temps propre conduit notamment à l'inversion de la masse et de l'énergie.

	$\tau \rightarrow -\tau$	PT
γ	-	+
m	-	+
x^μ	+	-
u^μ	-	-
p^μ	-	-
$\partial u^\mu / \partial \tau$	+	-
$T^{\mu\nu}$	-	+

A ce jour, personne n'a jamais fait d'inversion du temps ni de masse en laboratoire et rien ne prouve que cette hypothèse soit sérieuse.

Pourtant, si on admet cette possibilité, lorsqu'on examine la solution de Schwarzschild et qu'on applique une inversion de la flèche du temps, on aboutit à une solution se comportant non plus comme un trou noir mais comme une fontaine blanche [2] et [10]. Cette solution dans laquelle le temps et la masse sont inversés, est déconnectée de notre univers « normal » de matière positive, et se comporte de notre point de vue comme un repoussoir de la matière positive : les matières positives et négatives se repoussent, en toute cohérence de la théorie de la relativité.

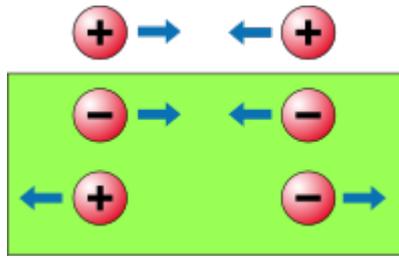
Cette inversion de la flèche du temps ne peut pas avoir lieu dans le même espace-temps, et elle conduit à envisager l'existence d'un second feuillet d'espace-temps dans lequel la flèche du temps est inversée, ainsi qu'un certain nombre de grandeurs physiques comme le montre le tableau ci-dessus. Par symétrie, ce second feuillet d'espace-temps doit posséder des lois physiques cohérentes des nôtres, et donc la matière négative doit attirer la matière négative et créer une courbure comme la matière positive crée également une courbure dans notre feuillet d'univers. Inverser le temps et la matière doit conduire à passer d'un feuillet à l'autre feuillet tout en gardant les mêmes lois locales de la physique.

Exemple d'inversion de la loi de la gravitation universelle, en inversant m , M et l'impulsion p :

L'équation $m M \frac{G}{r^2} = dp/dt$ devient après inversion

$$(-m)(-M)G \frac{1}{(-r)^2} = d(-p)/d(-t) \text{ et reste identique.}$$

Ces idées ont conduit plusieurs auteurs à proposer un espace-temps à deux feuillets avec deux métriques couplées ([9], [10]) chaque feuillet ayant des sources de masse et d'énergie soit positives soit négatives. Dans chacune de ces deux métriques, les mêmes lois de la physique s'appliquent. Et il existe un couplage entre les deux feuillets, **ce couplage se traduisant uniquement via la gravitation**, avec comme corollaire que les énergies et masses de signes opposés se repoussent selon le schéma suivant :



Ainsi, la matière sombre pourrait correspondre à la présence de matière négative dans un feuillet adjacent, et l'énergie sombre traduirait cet effet global de répulsion gravitationnelle entre matière/énergie positive et matière/énergie négative que l'on introduit aujourd'hui via une constante dite cosmologique qui joue cet effet de repousser.

Reste donc à savoir si ce concept de matière négative se traduit concrètement dans les modèles cosmologiques. Peut-on trouver un ratio entre matière positive et matière négative sans avoir à supposer leur égalité en valeur absolue ?

Le chapitre suivant expose un modèle classique à un seul feuillet d'univers, en ne considérant que l'influence prédominante d'une densité d'énergie résultante négative.

3) Première approche avec un seul feuillet d'univers : le modèle de Bonnor

En 1989, W Bonnor développe l'idée de masse négative en relativité générale [1], et en conclusion, estime qu'il n'y aucune raison d'imposer un signe positif ou négatif à la matière : les deux sont possibles.

Il ne considère qu'un feuillet d'univers (nous y reviendrons plus tard), et suggère un modèle cosmologique dans lequel globalement la matière (ou l'énergie) est négative.

En appliquant l'équation d'Einstein à ce modèle, en supposant la pression nulle et l'absence de constante cosmologique, $S[t]$ étant le facteur d'expansion, *il trouve que $S''[t] > 0$, $k = -1$: l'univers accélère et est hyperbolique, il n'y pas de big-bang ou autre singularité.*

4.3. $p = 0$, $\Lambda = 0$

This case is actually included in the foregoing, but I mention it explicitly because it corresponds to the simplest Friedmann models of traditional cosmology. It follows from (27) that \dot{S} must be nonnegative, and then from (26) that $k = -1$. Integrating (25) with $p = 0$ and $k = -1$ we find

$$S = \alpha^2 \cosh^2 u$$

$$t + t_0 = \alpha^2 (1/2 \sinh 2u + u)$$

where α and t_0 are constants. The geometry is necessarily hyperbolic and S decreases from infinity at $t = -\infty$ to a minimum and then increases to infinity again. There is no big bang or other singularity.

Pour cet univers, on peut développer la relation suivante identique à la formule de Mattig, en introduisant explicitement le paramètre de décélération q_0 et la constante de Hubble H_0 , la variable étant le redshift z .

$$r = \frac{c(q_0 z + (1 - q_0)(1 - \sqrt{1 + 2q_0 z}))}{a_0 H_0 q_0^2 (1 + z)}$$

Cela conduit après quelques arrangements à la relation suivante donnant le module de la distance :

$$\mu = m - M = 5 \log\left[\frac{c}{h_0}\right] + 5 \log\left[z + \frac{(1 - q_0)z^2}{1 + q_0 z + \sqrt{1 + 2q_0 z}}\right]$$

Ce modèle comporte deux paramètres : h_0 (constante de Hubble réduite), et q_0 , paramètre de décélération, que l'on va ajuster à partir de données observationnelles assorties de leur barres d'incertitudes.

Les données proviennent de deux sources : le premier jeu contient $\mu[z]$ pour 580 supernovæ [3] avec les barres d'incertitudes correspondantes, le second jeu comprend $\mu[z]$ pour 79 Gamma Ray Bursts [4], les barres d'incertitudes étant bien plus importantes.

L'ajustement consiste à trouver les valeurs de h_0 et q_0 les plus statistiquement valables, en prenant en compte les incertitudes de mesures : ces dernières sont prises en compte pour pondérer la validité de chaque mesure.

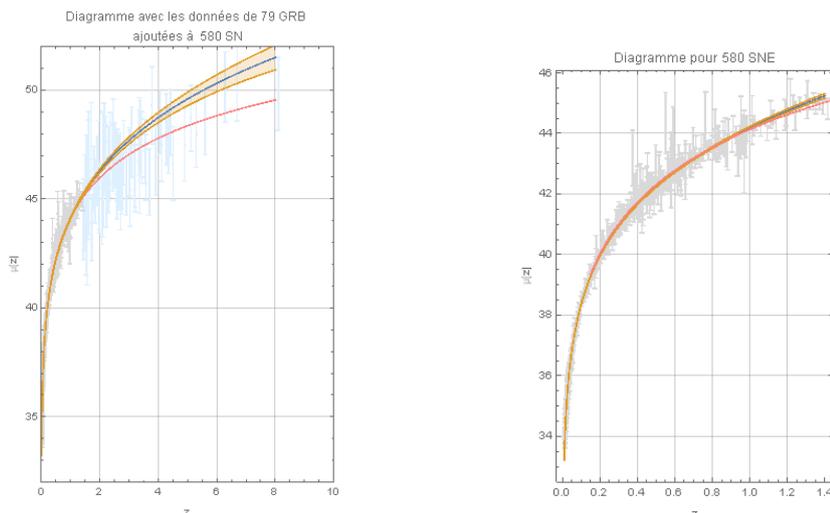
On trouve pour le jeu complet de données : **$h_0=0.678 \pm 0.003$ et $q_0= -0.015 \pm 0.015$**

Et : **$h_0=0.682 \pm 0.003$ et $q_0= -0.06 \pm 0.017$** si on se limite aux 580 SN.

La valeur obtenue pour h_0 est compatible des résultats de Planck (0.674 ± 0.005), ce qui est étonnant car en principe ce type de données provenant des mesures de supernovæ fournit plutôt des valeurs de h_0 nettement plus élevées.

La valeur de q_0 est peu précise, et n'exclut pas la valeur $q_0=0$ que nous examinerons plus loin.

La figure suivante compare le résultat obtenu (assorti de son intervalle de confiance à 95%) à la fois aux mesures munies de leurs barres d'incertitude, ainsi qu'à un modèle Λ CDM pour lequel nous avons choisi ici $\Omega_m = 0.32$.



Cette figure est intéressante à plusieurs titres :

- En dessous de $z=1.4$ (figure de droite), les différents modèles sont indiscernables (la figure de droite avec 580 SN montre un début d'écart vers $z=1.4$).

- Au-delà de $z=1.4$ (figure de gauche), l'arrivée de nouvelles mesures liées aux GRB pourrait être décisive pour choisir un modèle plutôt qu'un autre si on avait de bien meilleures barres d'incertitude !

Dans ce modèle simplifié difficile à rejeter a priori, on montre que $\Omega_0 = \frac{\rho_0}{\rho_c} = 2q_0$, ρ_c étant la densité critique (environ 10^{-26} kg/m³ avec $h_0=0.675$).

Cela conduit à une valeur de q_0 de $-0.028 \rho_c$, à comparer avec la valeur estimée de la masse visible $\sim 0.0224 / h_0^2 \rho_c = 0.049 \rho_c$.

Il faudrait donc sur la base d'une arithmétique simpliste, une densité de manière négative de $-0.077 \rho_c$ pour obtenir un total de $-0.028 \rho_c$ s'ajustant au modèle précédent.

Si on considère l'hypothèse initiale de Bonnor (un univers constitué en moyenne de matière négative), on aboutit à la conclusion que cet univers comprendrait finalement une somme négative de matière positive et négative, ce qui n'est pas conforme de l'hypothèse de départ : on ne peut pas rejeter la prise en compte de la matière positive, dont la valeur absolue est du même ordre de grandeur que celle supposée de la matière négative.

Il faut en toute rigueur introduire la matière positive d'une manière ou d'une autre dans les équations.

Dans la suite, on propose deux méthodes pour prendre en compte les deux types de masse :

- Envisager que $q_0=0$ (ce qui n'est pas du tout exclu des ajustements précédents) et ainsi $q_0 = 0$ (c'est-à-dire que la combinaison des densités d'origine positive et négative doit apparaître comme nulle dans les équations). C'est le modèle de Dirac-Milne étudié au chapitre suivant, qui devient un cas spécial du modèle de Bonnor. Il ne favorise ni la matière positive ni la matière négative dans notre univers : il suppose explicitement une certaine répartition de matière positive et négative en « domaines » différents : l'effet résultant à très grande échelle se traduit alors comme s'il n'y avait pas de matière.
- Repenser les équations dans une géométrie à deux feuilletts dite bimétrique, pour pouvoir introduire de manière plus rigoureuse l'existence de matière positive et négative dans les équations de la relativité générale : c'est l'objet du chapitre 5.

4) Le modèle de Dirac-Milne (un seul feuillet d'univers).

Ce modèle est décrit en détail dans [5]. C'est un modèle cosmologique très sérieusement étudié, le facteur d'échelle étant tout simplement $a[t]=c t$. C'est en quelque sorte une limite au modèle de Bonnor précédent avec $q_0=0$.

La métrique s'écrit (rappelons que $k=-1$ dans le modèle de Milne) :

$$ds^2 = c^2 dt^2 - a[t]^2 \left(\frac{dr^2}{1+r^2} + r^2 (d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \right)$$

On peut vérifier très facilement que le tenseur de Ricci et la courbure scalaire sont nuls pour $a[t]=c t$.

$$\begin{aligned}
R_{[t,t]} &= -\frac{3a''[t]}{a[t]} = 0 \\
R_{[r,r]} &= \frac{-2c^2 + 2a'[t]^2 + a[t]a''[t]}{c^2(1+r^2)} = 0 \\
R_{[\theta,\theta]} &= \frac{r^2(-2c^2 + 2a'[t]^2 + a[t]a''[t])}{c^2} = 0 \\
R_{[\phi,\phi]} &= -\frac{r^2\text{Sin}[\theta]^2(2c^2 - 2a'[t]^2 - a[t]a''[t])}{c^2} = 0 \\
R &== \frac{6(c^2 - a'[t]^2 - a[t]a''[t])}{c^2a[t]^2} == 0
\end{aligned}$$

Le modèle de Dirac-Milne décrit donc un espace-temps plat (courbure scalaire nulle), avec un espace hyperbolique ($k=-1$). La somme moyennée des énergies négatives et positives y est nulle : **ce n'est pas un univers vide de matière, mais un univers avec l'existence de deux sortes de matière, positive et négative, réparties en « domaines » différents**, et tout se passe de notre point de vue d'observateur constitué de matière positive comme si la somme des matières était nulle **au niveau des distances cosmologiques**.

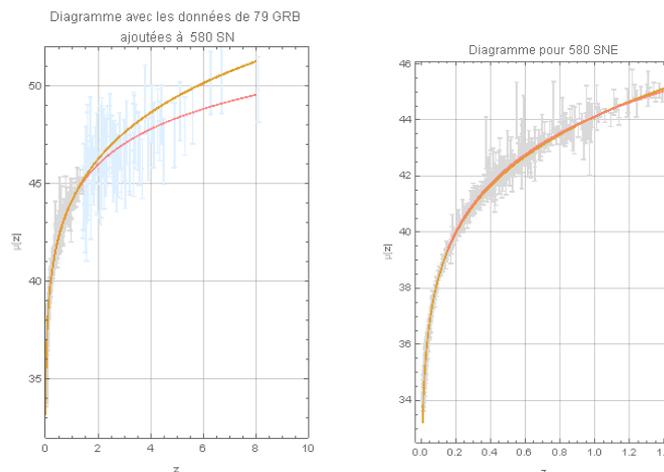
Si on revient sur le module de la distance, il va s'écrire ici :

$$\mu == m - M == 5\log\left[\frac{c}{h_0}\right] + 5\log\left[z + \frac{z^2}{2}\right]$$

L'ajustement se fait avec cette fois **ci un seul paramètre h_0** et donne :

$h_0=0.676 \pm 0.002$ (même se limitant aux 580 SN) valeur une nouvelle fois très cohérente des mesures de Planck et du modèle de Bonnor avec q_0 non nul et pour lequel on avait trouvé $h_0=0.678 \pm 0.003$. Il est difficile de distinguer un écart avec le modèle Λ CDM (en rouge) tant que $z < 1.4$.

La figure 2 suivante montre par rapport à la figure 1 que l'intervalle de confiance à 95 % s'est très nettement resserré au-delà de $z=1.4$, ce qui rendra encore plus facile la discrimination entre ce modèle et le modèle Λ CDM à l'avenir quand les mesures à z élevé seront plus précises.



Sans revenir en détail sur le modèle de Dirac-Milne abondamment documenté par ailleurs, il faut rappeler que l'hypothèse principale est l'existence de matière négative dont l'effet annule celui de la

matière positive, et que cette hypothèse se substitue à celles de la matière noire et de l'énergie sombre.

Par ailleurs, compte tenu du caractère linéaire du modèle de Milne, il n'y a pas besoin de faire appel à la théorie de l'inflation : l'horizon des particules vaut $c t_0 \text{Log}[1+z]$ et tend donc vers l'infini quand z tend vers l'infini, c'est-à-dire lorsque le temps de regard dans le passé tend vers l'instant zéro.

Bien sûr, comme expliqué dans la référence [5], il reste beaucoup de travail dans tous les domaines de la cosmologie pour développer ce modèle de Dirac-Milne, mais cette approche reste prometteuse et encourage à rechercher de la matière négative dont l'effet compenserait celui de la matière ordinaire.

En revanche, rappelons que nous sommes ici dans un même feuillet d'univers, et que les deux types de matière se situeraient dans des domaines disjoints, et qu'il ne faut surtout pas que ces deux types de matière se rencontrent au risque de s'annihiler complètement ; mentionnons aussi que les expériences devant montrer l'existence de matière négative et destinées à montrer l'antigravitation de l'antimatière sont vouées à l'échec, car l'antimatière dans notre feuillet d'univers possède une masse positive.

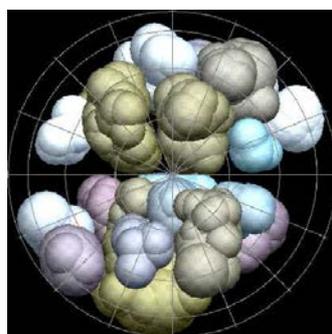
En résumé, cette première approche est intéressante, mais elle ne dit pas comment se combinent les différentes densité d'énergie-matière dans les équations : c'est l'objet du chapitre suivant.

5) Une géométrie à deux feuillets.

Avant d'avancer dans ce chapitre, on peut se demander s'il existe des observables sur lesquels on pourrait s'appuyer, et qui pourraient correspondre à des domaines constitués de matière négative qui repoussent la matière positive. Ces domaines pourraient d'ailleurs être situés dans notre feuillet d'univers et constituer des amas de matière (négative) dans notre propre feuillet d'univers sans invoquer une géométrie à deux feuillets.

a) Des observables possibles : les grandes structures vides de l'univers

De tels observables existent : il s'agit de structures à grande échelle de l'univers, à ce jour les plus grandes structures observées. Elles forment des bulles jointives qui semblent vides de matière, **obscures**, de la cinquantaine de Mégaparsec de diamètre, et qui se comportent « comme si » elles repoussaient entre elles les galaxies tout autour d'elles : les galaxies se retrouvent alors coincées dans des sortes de filaments comprimés entre ces bulles. C'est en examinant la répartition en 3D des galaxies et amas de galaxies dans l'univers que ces structures ont été découvertes. [6] et [7].



#	Supergalactic Coordinates to the centre (r,X,Y,Z)	Diameter (h ⁻¹ Mpc)	Data	Notes
1	(55.2,-10.4,-53.8,6.1)	51.0		significant void
2	(49.6,-25.3,31.4,-28.9)	43.8		significant void
3	(46.0,-24.8,26.7,28.1)	44.5		significant void
4	(45.5,0.7,24.7,38.4)	45.0		significant void Local Void
5	(32.0,-13.0,-23.9,-16.9)	36.0		significant void
6	(51.5,17.0,-32.2,36.4)	41.4		significant void
7	(57.1,31.2,44.9,16.5)	43.5		significant void
8	(60.4,-25.8,-22.7,-49.7)	39.5		significant void
9	(49.8,35.9,-25.6,-23.0)	36.0		significant void
10	(63.3,-48.0,-40.9,6.0)	33.6		significant void Sculptor Void
11	(48.6,11.8,46.6,-6.9)	32.0		significant void
12	(49.9,-15.6,-35.7,31.3)	31.5		significant void
13	(62.8,14.2,29.3,-53.7)	40.3		
14	(19.0,0.7,-16.4,9.6)	28.8		
15	(37.6,32.4,-17.0,8.6)	30.4		Perseus-Pisces Void

S'agit-il de zones sous denses dont l'ensemble correspond environ à 50 % du volume étudié ? Ou s'agit-il de la manifestation de la présence sous-jacente de matière négative ? Dans les deux cas, ces zones agissent en tant que repoussoir de la matière positive, le résultat se traduisant par une distribution des galaxies dans des sortes de murs coincés entre les bulles.

En supposant comme au chapitre 3 une densité de matière négative de $-0.049 \rho_c$ ($0.049 \rho_c$ représentant rappelons-le la moyenne de la densité de matière positive visible) répartie uniformément dans une sphère homogène, la masse d'un tel domaine (50 Mégaparsecs) serait de l'ordre de $-5 \cdot 10^{14}$ masses solaires. Le potentiel gravitationnel est positif, et vaut environ 10^{-6} (exprimé en unités c^2) au centre de la sphère. C'est l'ordre de grandeur au signe près du potentiel galactique au centre d'une galaxie comme M33.

Ces grandes structures semblent vides de matière et n'émettent pas de lumière, ce qui peut paraître étrange, car il doit exister par symétrie un phénomène de collapse gravitationnel pour la matière négative, et pourquoi pas des formations de conglomerats de matière négative qui devraient émettre de la lumière. Mais encore une fois, nous n'observons rien de tel dans notre cosmos.

C'est ici que l'apport d'un second feuillet d'univers muni de sa propre métrique intervient : en effet, les photons d'un second feuillet ont eux aussi une énergie négative et suivent par définition les géodésiques du second feuillet, et il ne faut pas s'attendre à des observables visibles dans notre univers, mais au contraire à une absence totale de lumière. Seules les influences gravitationnelles dues à des conglomerats de matière et/ou d'énergie se traduisent d'un feuillet à un autre [10].

Cet indice conduit à se pencher plus sérieusement sur la question *d'un second feuillet qui contiendrait ces grandes structures* qui émettraient de la lumière, mais uniquement visible dans ce second feuillet, et non dans le nôtre.

b) Géométries à deux feuillets : traduction mathématique via un modèle bimétrique

On rentre maintenant dans un domaine mathématique très complexe et finalement assez peu exploré. On peut retenir de [9] et [10] l'apparition de modèles bimétriques concrets : il s'agit de deux équations d'Einstein couplées qui font apparaître dans chacune d'elle l'influence de la source gravitationnelle située dans l'autre feuillet : c'est la rigueur qui manquait dans l'approche précédente à un feuillet en éclairant ce qui se passe quand on observe l'influence de la matière négative dans notre feuillet de matière positive.

Dans un cadre cosmologique de type Friedmann-Robertson-Walker les deux équations suivantes apparaissent (voir [10] pour les notations, **en précisant que les termes V et W et les densités dans chaque feuillet sont positifs**) :

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \rho - W \left(\frac{b}{a}\right)^3 \underline{\rho} - \frac{k}{a^2}, \quad (42)$$

$$\left(\frac{\dot{b}}{b}\right)^2 = \underline{\rho} - \underline{V} \left(\frac{a}{b}\right)^3 \rho - \frac{k}{b^2}, \quad (43)$$

Ces équations sont similaires aux équations de Friedman pour un seul feuillet d'Univers. Comme il y a deux feuillets par hypothèse, chacun d'entre eux possède son propre facteur d'échelle respectivement a et b .

Pour le modèle de Dirac-Milne qui semble très bien s'accorder aux mesures comme vu précédemment, il faut faire $k=-1$, et la solution donnant le facteur d'échelle dans chaque feuillet est linéaire de type $a[t] \sim c_1 t$ et $b[tt] \sim c_2 tt$, comme il se doit dans un modèle de Milne. L'espace-temps est plat localement pour chacun d'eux et spatialement hyperbolique.

Pour arriver à ce résultat d'une apparente absence de matière, il faut que la somme pondérée des termes en densité soit nulle dans chaque équation ci-dessus. Voir l'Annexe1 pour plus de détails. De plus, si une source d'un feuillet est « portée » dans l'autre feuillet et qu'on refait à nouveau la transformation, il faut que $V W=1$ obligatoirement dans les équations (42) et (43).

La cosmologie Ummite (Annexe 2) nous aide ici à progresser en nous donnant des indications intéressantes :

- Si on choisit en effet le cas très particulier où les vitesses de la lumière sont identiques dans les deux feuillets ($c_1=c_2=c$) et que l'on travaille uniquement sur l'inversion du temps, alors les métriques dans les deux feuillets sont les mêmes, car $dt^2 = d(-t)^2$
- Les facteurs d'échelle sont eux aussi identiques. L'espace est hyperbolique.
- Les masses des deux feuillets sont identiques.
=> Les densités doivent alors être les mêmes en valeur absolue dans les deux feuillets : ainsi, en plus de la relation nécessaire $V W=1$, on doit avoir $V=W=1$; les densités sont alors égales, ce qui assure que les masses totales dans chaque feuillet sont identiques.

Ce qu'il faut retenir, c'est que dès lors que les densités vérifient la relation $V W=1$, alors la somme pondérée des densités dans les équations (42) et (43) est nulle et produit un modèle de Milne dans chaque feuillet. **Ce résultat provient directement des équations de la relativité générale appliquée à un modèle d'Univers à deux feuillets.**

La relativité générale autorise donc l'existence de deux feuillets d'univers couplés par la gravitation, ceci en tout cas du point de vue mathématique ; si maintenant on traduit les observables de la physique par une apparente absence de matière, alors le modèle de Milne reprend de la crédibilité au niveau cosmologique avec deux feuillets d'univers : la matière existe bien, qu'elle soit positive ou négative, mais elle est répartie dans deux feuillets d'univers, et les effets communs de ces deux types de matière au niveau de distances cosmologiques se traduisent par une apparente absence de matière.

Ce résultat s'applique au niveau des distances cosmologiques : dans le cas d'une forte concentration de matière d'un type ou d'un autre, on retrouve simplement localement les équations habituelles de la relativité générale à un seul feuillet, l'influence du second étant négligeable. Dans [10] notamment, la solution de Schwarzschild habituelle est développée du côté positif, mais appliquée avec une source de matière négative (du côté négatif donc) : il apparaît alors une solution de type « fontaine blanche », où la matière positive est effectivement repoussée alors qu'on ne voit pas la source de matière négative.

Cela signifie au final que dans les zones de forte concentration de matière positive (par exemple les étoiles, les galaxies), la matière négative est repoussée conformément à une loi de Newton inversée, le tout conduisant à une séparation naturelle des « domaines » de concentration des matières négatives et positives dans chacun des deux feuillets.

Cela expliquerait alors de manière logique les grandes structures apparemment vides de l'Univers.

6) Conclusion

Remplacer des concepts tels que « matière noire » et « énergie sombre » par un concept de « matière négative » située dans un second feuillet d'univers ne va pas se faire du jour au lendemain, car de nombreuses questions vont surgir à leur tour : le seul juge de paix sera comme toujours l'accord avec les données observationnelles !

L'idée de l'existence d'un second feuillet d'univers doté de matière qui puisse apparaître comme négative à nos yeux peut se décrire rigoureusement dans le cadre de la relativité générale. C'est un point fondamental déjà publié [10].

Il est possible dans le cadre de la relativité générale de construire des modèles cosmologiques bimétriques rigoureux [9] [10], sans enfreindre les lois de la physique connues actuellement.

Le plus simple de ces modèles est le modèle de Dirac-Milne qui a le mérite de très bien se comporter vis-à-vis des résultats expérimentaux comme on le montre dans cette analyse. Ce modèle de Dirac-Milne est d'ailleurs activement étudié, mais les auteurs travaillent actuellement dans un unique feuillet, et ne prennent pas en compte la notion de second feuillet, ce qui peut les conduire à vouloir mettre en évidence expérimentalement de mauvais observables (antigravitation de l'antimatière positive par exemple).

Les résultats précédents suggèrent une localisation possible des grandes structures apparemment vides de l'univers : elles se trouveraient situées dans un second feuillet d'univers et seraient constituées de grandes quantités de matière qui se comporte comme de la matière négative, celle-ci repoussant la matière positive.

Ces idées vont soulever bien sûr d'autres questions : comment et pourquoi une partie de la masse ou de l'énergie de l'univers se serait-elle déversée dans un second feuillet lors du big-bang ou peu après ? Comment et pourquoi se serait-elle constituée en galaxies d'un côté et en grandes structures paraissant vides de l'autre ? Selon quelle physique ? Peut-on mieux expliquer la formation des galaxies avec ce concept ? Etc.

Devant toutes ces questions, je comprends pourquoi les scientifiques continuent de s'accrocher aux notions d'inflation, de matière noire et d'énergie sombre même s'ils sont bien conscients que les problèmes apparaissent au fur et à mesure des nouvelles moissons de mesures : on peut comprendre que l'introduction de matière « négative » et de deux feuillets d'Univers constitue un changement de paradigme quelque peu innovant.

De mon point de vue, seule l'observation et l'augmentation de la précision des mesures futures peuvent conduire à lever le voile sur ces questions.

7) Bibliographie

- [1] W.B Bonnor Negative Mass in General Relativity General Relativity and Gravitation, Vol. 21, No. 11, 1989
- [2] Modern Physics Letters A Vol. 34 (2019)
- [3] Union 2.1 Compilation z- μ Database
- [4] Weighing cosmological models Gupta 2019
- [5] Astronomy and Astrophysics Volume 537 issue 2012 Benoit-Lévy, A.; Chardin, G. -- Introducing the Dirac-Milne universe.
- [6] On gravitationnal repulsion General Relativity and gravitation
- [7] . El-Ad, H.; Piran, T.; Dacosta, L. N. (1997) "[A catalogue of the voids in the IRAS 1.2-Jy survey](#)" (PDF) *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **Volume 287**, Issue 4, pp. 790-798.
- [8] Press Schechter
- [9] Physical and Mathematical Consistency of the Janus Cosmological Model (JCM)
JP Petit, G D'Agostini, and N Debergh
- [10] A Bi-Metric Theory with Exchange Symmetry S. Hossenfelder
- [11]] GalRotpyy : an educational tool to understand andparametrize the rotation curve and the gravitational potential of disk-like galaxies Andr_es Granados
- [12] Galactics Dynamics Binney et tremaine
- [13] Dynamical signatures of a Λ CDM-halo and the distribution of the baryons in M33 E Corbelli
- [14]] Introduction to black holes physics Frolov, V. P.,Zelnikov, Andrei. page 36.

ANNEXE 1 Le modèle de Hossenfelder [10]

Le texte principal fait souvent appel à cette référence dont je rappelle les principaux résultats ci-après.

Les développements mathématiques sont compliqués mais voici l'application que Mme Hossenfelder en a fait pour une métrique classique de type FRW.

Elle travaille en unités $c=1$ et $G=1$, et a et b sont les facteurs d'échelle dans les deux métriques.

V et W proviennent de la manière de passer d'un feuillet à l'autre.

(Here, the indices $i, j = 1, 2, 3$, and are not summed over). The first Friedmann equations for both metrics then are

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \rho - W \left(\frac{b}{a}\right)^3 \underline{\rho} - \frac{k}{a^2}, \quad (42)$$

$$\left(\frac{\dot{b}}{b}\right)^2 = \underline{\rho} - V \left(\frac{a}{b}\right)^3 \rho - \frac{k}{b^2}, \quad (43)$$

where a dot indicates a derivative with respect to t , and the conservation laws read

$$\partial_t \left(\rho - W \left(\frac{b}{a}\right)^3 \underline{\rho} \right) + 3 \frac{\dot{a}}{a} \left(\rho + p + W \left(\frac{b}{a}\right)^3 (\underline{\rho} + \underline{p}) \right) = 0 \quad (44)$$

$$\partial_t \left(\underline{\rho} - V \left(\frac{a}{b}\right)^3 \rho \right) + 3 \frac{\dot{b}}{b} \left(\underline{\rho} + \underline{p} + V \left(\frac{a}{b}\right)^3 (\rho + p) \right) = 0 \quad (45)$$

Puisque les mesures tendent à donner un modèle de Milne dans lequel le terme de densité est globalement nul et que $k=-1$, alors la somme des deux termes comprenant les densités doit être nulle.

Cela conduit aux solutions très simples de Milne : $a[t]=c_1 t$ et $b[tt]=c_2 t t$.

$$\underline{\rho} - V \left(\frac{a}{b}\right)^3 \rho = 0$$

$$\rho - W \left(\frac{b}{a}\right)^3 \underline{\rho} = 0$$

On vérifie facilement que si les deux conditions ci-dessus sont vérifiées, alors les deux lois de conservation (44) et (45) sont automatiquement satisfaites.

La seule condition est que $VW=1$.

Le couple VW doit simplement vérifier $f[x]=1/x$ (exemples : $\{1,1\}$, $\{1/64,64\}$, $\{200,1/200\}$, etc...).

On peut aussi montrer que dans un espace-temps dit de poussière (pression nulle), les fonctions $a[t]$ et $b[t]$ doivent être soit identique soit vérifier $a[t]=-a[-t]=b[t]$: la fonction $a[t]$ doit être alors symétrique par rapport à l'origine, et dans tous les cas le rapport a/b vaut 1.

ANNEXE 2 Que peut-on déduire des textes Ummites relatifs à la cosmologie ?

L'objectif de cette annexe est d'obtenir à partir des textes et des sources d'informations Ummites quelques éléments clairs qui pourraient permettre ensuite à des spécialistes d'explorer de nouvelles pistes dans le domaine de la cosmologie, comme le fait par exemple Jean-Pierre Petit à sa façon (voir Appendice à ce sujet).

Les Ummites nous ont transmis quelques textes assez fondateurs sur leur vision, complétés de quelques tweets qui ont vraiment permis de préciser certains points restés un peu vagues.

- ⇒ En rouge dans la suite, je propose mes commentaires sur quelques textes Ummites d'intérêt (présentés en noir),
- ⇒ Puis après cette analyse de textes, je fais une synthèse extraite des données qui pourrait servir de guide en vue de développer un modèle cosmologique simple dit bimétrique, que l'on pourrait ensuite comparer à nos observations.

Début des analyses

Lettre D41-15

334 -1: NAISSANCE OU GENÈSE DU COSMOS

Aujourd'hui nous savons qu'il n'existe pas qu'un seul Cosmos (le nôtre), mais un nombre infini de paires d'Univers. La dualité existe aussi dans la genèse cosmologique. La différence entre les éléments A et B de chaque paire consiste dans le fait que leurs structures atomiques respectives diffèrent au niveau du signe de la charge électrique (vous employez incorrectement les termes de matière et d'antimatière).

- ⇒ **Notre Cosmos A doit être associé à son cosmos jumeau B, ce qui constitue une paire. Il existe une infinité de paires d'Univers ou de paires de Cosmos ou d'univers jumeaux.**
- ⇒ **Pour une paire donnée, il y aurait de la matière telle qu'on la connaît dans A, et une sorte d'antimatière dans B (inversion des charges électriques).**

Par exemple notre Cosmos jumeau existe aussi mais:

1) dans ses atomes l'écorce est formée par des électrons positifs (positons) orbitaux et son noyau par des antiprotons.

2) jamais ces deux cosmos ne pourront être en contact et croire qu'ils peuvent se superposer n'a pas de sens car ils ne sont pas séparés par des relations dimensionnelles, (c'est-à-dire qu'affirmer qu'ils sont séparés par x Années-lumière ou que leur existence est simultanée dans le temps n'a pas de sens).

- ⇒ **Il semblerait que les deux Cosmos jumeaux ne soient pas séparés en termes de distances mais sont cependant disjoints. La notion de temps simultanés n'a pas de sens.**

3) les deux cosmos jumeaux possèdent la même masse et le même rayon correspondant à une Hypersphère de courbure négative.

- ⇒ **Dans les équations de la relativité générale (RG dans la suite), cela signifie que le paramètre de courbure vaut $k=-1$. Le fait que l'espace soit hyperbolique se retrouve aussi dans un autre article (NR 22 note 1 : topologie hyperbolique et avance chronométrique de la sonde Pioneer).**
- ⇒ **Les deux univers jumeaux possèderaient d'autre part la même masse et le même rayon, que nos cosmologistes dénomment plutôt le facteur d'échelle.**

4) mais les deux univers jumeaux jouissent de singularités différentes (autrement dit: dans notre Cosmos jumeau il n'y a pas le même nombre de Galaxies et celles qui y sont n'ont pas la même structure.) Il n'y a pas donc un autre UMMO jumeau ni une autre TERRE jumelle comme vous pourriez le croire suggestivement. Cette dernière conclusion n'est pas hypothétique et nous vous en donnerons la raison.

- ⇒ Il existe des singularités (étoiles, galaxies, etc.) dans les deux Cosmos jumeaux, mais il ne semble pas y avoir de symétrie dans la répartition de ces singularités. La nature des singularités dans B est différente de celles que l'on trouve dans notre cosmos A.
- ⇒ Remarque personnelle : cela fait penser à nos galaxies et amas de galaxies répartis en filaments (cosmos A), séparés entre eux par de grands vides ou la matière semble absente ; ces grands vides pourraient traduire l'influence du cosmos B qui serait peut-être constitué de gigantesques bulles de cette sorte d'antimatière.

5) les deux cosmos furent "créés" simultanément, comme nous l'expliquons plus loin, mais leurs flèches de temps ne sont pas orientées dans le même sens. C'est-à-dire qu'il est illogique de dire que ce cosmos coexiste avec le nôtre dans le temps ou qu'il existait avant ou qu'il existera après. On peut seulement dire qu'il existe mais non pas maintenant, avant ou après. Par contre son intervalle d'évolution sera parallèle ou égal au nôtre.

- ⇒ Les deux cosmos jumeaux ont le même temps zéro (qui serait donc le seul moment de simultanéité), mais leurs flèches du temps ne sont pas orientées dans le même sens. Les intervalles d'évolution sont toutefois parallèles et égaux ; si donc dt est notre marqueur d'intervalle temporel, alors celui-ci vaut $-dt$ dans le cosmos jumeau B.

Prenons un exemple fictif: Supposons qu'un homme d'une autre planète dans notre cosmos jumeau vive éternellement. S'il mesure le temps sur son horloge qui court depuis la naissance de son univers jusqu'à ce qu'il se transforme en tourbillons de radiations, son temps sera égal au nôtre.

On pourrait raisonner de même pour l'infinité de paires de Cosmos qui existent dans le WAAMWAAM (Pluri cosmos). Nous observons que l'image du Pluri cosmos ne peut ressembler à un Univers (*au sens de Cosmos*).

Dans celui-ci les galaxies se déplacent comme des îles flottantes dans une immense mer. Seulement cette "mer" est une sphère aux multiples dimensions, mais on peut parler de distances

Intergalactiques et même de gaz qui remplissent les espaces intergalactiques. En échange, il est beaucoup plus difficile d'imaginer le WAAMWAAM car les paires de cosmos sont submergées dans le NÉANT. Il est inutile d'imaginer qu'il existe des distances ou que ces distances sont nulles. Une telle image serait illusoire.

Mais il y a quelque chose qui frappa de stupeur nos scientifiques quand ils en firent la découverte: notre Cosmos jumeau exerce son "influence" sur le nôtre quoiqu'ils ne soient pas liés par des relations d'espace-temps.

Grâce à l'analyse de cette influence nous avons pu deviner l'existence de l'autre univers comme vous même avec un simple récepteur de télévision devinez le passage d'une voiture par l'interférence que l'antenne intercepte. Par supposition, notre Cosmos doit influencer aussi sur l'autre dans les mêmes conditions.

L'asymétrie de cette influence nous a révélé que ce Cosmos a une autre répartition de Galaxies.

- ⇒ Notre Cosmos jumeau B exerce une influence sur le nôtre et réciproquement, bien que n'étant pas liés par des relations d'espace-temps. Ces « influences », sont d'origine probablement gravitationnelles mais cela n'est pas explicitement écrit. De plus, ces influences ne sont pas symétriques, la répartition des « galaxies » dans B n'étant pas du tout la même que dans notre cosmos A.
- ⇒ Si je reviens aux grands vides évoqués plus haut, j'ajoute qu'ils sont souvent modélisés comme un endroit de déficit de matière habituelle, et se comportent *en moyenne* comme s'ils repoussaient la matière visible.

L'analyse de la phase actuelle de notre Univers nous révèle comment il a été engendré par WOA.

Notre Cosmos est ce que vous appelez un continuum espace-temps (il nous a fallu 10 dimensions pour le définir mathématiquement).

- ⇒ Les équations de la RG sont déjà très compliquées avec 4 dimensions : que dire avec 10 dimensions ! Que seraient d'ailleurs ces 6 autres dimensions ?

Nous pourrions spéculer en lui attribuant une infinité de dimensions mais nous ne sommes pas en mesure de le prouver.

De ces dix dimensions, trois sont perceptibles par nos organes sensoriels et une quatrième - LE TEMPS – est perçue psychologiquement comme un flux continu dans le sens unique que nous appelons UIWIUTAA (flèche ou sens orienté du temps).

Au début nos deux cosmos jumeaux, WAAM (le nôtre) et l'UWAAM (notre jumeau) étaient définis par un WAAMIAAYO (difficile de traduire: point ou origine d'une seule coordonnée qui serait précisément le temps). WOA a créé successivement le reste des dimensions mais n'interprétez pas ce "successivement" comme une succession temporelle ou spatiale, mais comme une relation "achrone ordinale", c'est-à-dire "ordonnée" en dehors du temps. Dans les croquis qui suivent nous désirons représenter grossièrement ces phases de la GÉNÉRATION ou CRÉATION.

(Les croquis sont grossiers car il est impossible d'enfermer dans un graphique tracé sur du papier plus de trois dimensions.)

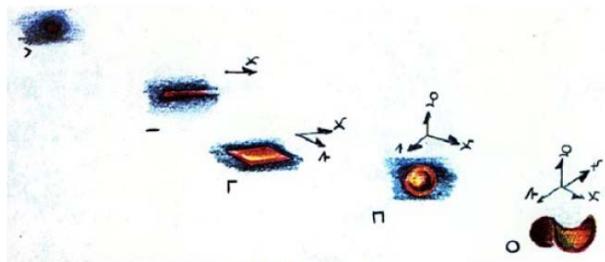


FIGURE 1 (S41-O)

Vous pouvez imaginer que notre BICOSMOS primitif ressemblait davantage à une petite sphère vide. Un petit univers sans Galaxies, sans gaz intergalactiques, seul l'espace existant dans le temps (figure 1). WOA courbe et recourbe cet espace.

⇒ La figure 1- O représente la fameuse selle de cheval de la RG qui correspond à un espace-temps hyperbolique à 4 dimensions avec $k=-1$.

Chaque courbure "nouvelle" suppose une dimension et enfin, il le "plisse". Observez que nous sommes en train d'employer une comparaison, un symbole, car on pourrait exprimer cela correctement seulement d'une manière mathématique. Par exemple l'expression "plisser l'espace" peut paraître infantile, mais elle est très didactique.

Avec une autre image vous pourrez mieux comprendre

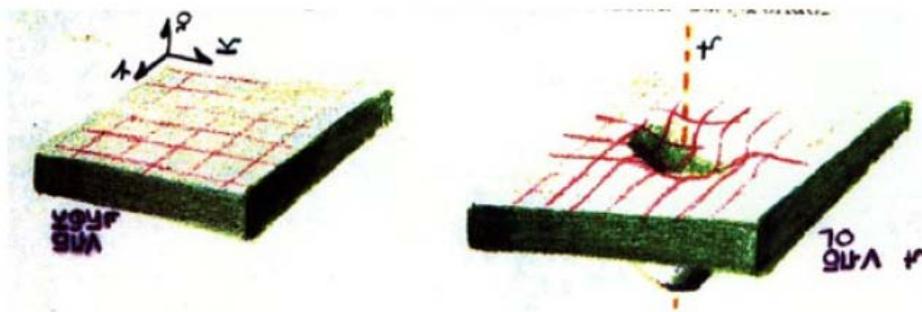


FIGURE 2 (S41-P)

Si nous courbons un espace tridimensionnel, si nous le plions, ou si nous faisons une espèce de creux (voir figure 2) à travers une quatrième dimension, cette courbure représente ce que nos organes sensoriels interprètent comme une MASSE (une pierre, une planète, une galaxie).

Ainsi WOA extord ce micro cosmos créant ainsi la masse.

⇒ Les autres dimensions seraient obtenues en courbant et recourbant l'univers classique 3D ; elles donneraient naissance à des systèmes d'interférences ou d'ondes stationnaires. La masse pourrait être identifiée à un de ces systèmes d'onde stationnaire et constituerait une de ces nouvelles dimensions.

Rien de moins que presque toute la masse actuelle de nos deux univers jumeaux concentrée dans un espace hyper réduit. Un peu comme si toute l'eau d'UMMO se trouvait enfermée dans mon poing. Matière et antimatière, comme vous les appelez, sont superconcentrées. Il se produit alors une DOUBLE EXPLOSION-IMPLOSION. Par l'implosion, matière et antimatière, c'est à dire atomes positifs et atomes négatifs, sont attirés violemment les uns contre les autres sans jamais se rencontrer.

- ⇒ Il y a une sorte de Big-bang (tout comme le disent nos cosmologistes) mais avec une double phénoménologie implosion-explosion; malgré la force de l'implosion, malgré les charges électriques opposées qui devraient aussi participer à cette forte attraction mutuelle, matière (charge positive) et antimatière (charge négative) ne peuvent jamais se rencontrer physiquement, car elles existeraient dans deux réalités disjointes, et ceci depuis le Big Bang. D'ailleurs dans le cas contraire, tout ne serait qu'énergie et nous ne serions pas là pour en parler....
- ⇒ Avons-nous ici un indice pour expliquer l'absence d'antimatière dans notre cosmos A et justifier l'existence d'un plan de réalité jumeau B ?

Ce sont deux ensembles, deux univers, WAAM et UWAAM qui ne pourront jamais se rencontrer car ils ne sont pas séparés par des relations d'espace. Ainsi quand nous disons qu'ils s'attirent, le verbe "s'attirer" doit être compris dans le sens de s'influencer.

D'autre part, nous indiquons qu'il y eut explosion. En effet: l'immense masse de chaque Cosmos se fragmente en particules et ces fragments expulsés brutalement il y a des millions d'années, constituent les actuelles Nébuleuses ou Galaxies qui se déplacent aujourd'hui à une VITESSE PRESQUE CONSTANTE. Vous pouvez observer que nous soulignons ce "PRESQUE" au moment où vos astronomes jugent que la vitesse 2 (proportionnelle à l'énergie cinétique) doit être CONSTANTE ou UNIFORME en se basant sur deux raisonnements faux:

A- Le déplacement des bandes du spectre, dans les galaxies observées, est CONSTANT et orienté vers le ROUGE.

B- Il semble logique de penser que si les nébuleuses ne sont pas impulsées par un Champ de Forces  car elles sont issues d'une explosion initiale de l'univers, elles se déplaceront avec une vitesse 2 uniforme par inertie.

(Fuerzas  = Fuerzas variables.

Mais ces deux prémisses sont fausses et ingénues.

A) vos appareils de mesure sont peu précis, sinon vous auriez observé que le décalage des bandes vers le rouge N'EST PAS CONSTANT, elle est une fonction périodique non sinusoïdale d'amplitude moyenne presque imperceptible, mais ÉVALUABLE.

B) vous n'avez pas pris en compte que notre Cosmos jumeau exerce une "influence" sur nos galaxies. Précisément sur UMMO, comme nous vous l'indiquerons, nous avons découvert l'UWAAM en partant de ces interférences. Cette interaction empêche que nos nébuleuses se déplacent avec une vitesse 2 uniforme.

(Vitesse 2= accélération).

Ainsi la mesure que vous faites de l'âge de l'univers est inexacte car vous utilisez comme paramètres cette pseudo-vitesse 2 constante actuelle des galaxies et leur distance par rapport à la TERRE. Avec en plus le fait que si MAINTENANT la vitesse 2 est presque constante, dans les premiers temps de la création l'accélération (Fonction sinusoïdale) arriva à avoir une énorme amplitude.

- ⇒ L'accélération des galaxies était semble-t-il beaucoup plus élevée quelque temps après le Big Bang (quelque temps car il faut leur laisser le temps de se former)
- ⇒ **Que signifie $v^2=accélération$ que j'ai pris la liberté de mettre en gras dans le texte d'origine ?** Cette équation n'est pas homogène dimensionnellement. Il serait plus correct d'écrire en utilisant le facteur d'échelle : $v^2/R[t] = accélération$. Qu'en déduire ?
 - Dans le tweet 131, il est précisé que $c[t]$ diminue lorsque t augmente, expliquant ainsi que l'âge de notre cosmos est inférieur à 13.7 Gyears. Dans la phase explosion, ceci irait de pair avec un rayon d'univers $R[t]$ qui augmente avec le temps, donc $c[t]$ diminue lorsque $R[t]$ augmente.

- Si l'énergie cinétique se conserve et que la masse de la galaxie se conserve aussi ($1/2 m v^2 =$ constante), alors le terme d'accélération $\sim v^2/R[t]$ diminuerait lorsque t augmente, et l'accélération due aux forces évoquées, toujours présentes, diminuerait également, selon une loi peut être en $1/R[t]$. Elle aurait donc pu avoir une valeur très élevée quand $R[t] \rightarrow 0$.
 - Il pourrait aussi en découler une relation du type : $v^2 \sim \text{accélération} \sim 1/R$
- ⇒ Du point de vue cosmologique, ces phrases évoquant une accélération énorme près du Big Bang rappellent l'inflation que nos cosmologistes invoquent près du temps zéro du Big-bang pour expliquer l'extraordinaire homogénéité de notre Cosmos. D'ailleurs comme le montre JP Petit, un modèle à $c[t]$ variable, avec la valeur $c[t]$ étant beaucoup plus grande près du Big-Bang, permet d'expliquer cette homogénéité du cosmos sans invoquer l'inflation.
- ⇒ Le cosmos jumeau exerce une influence, peut être gravitationnelle, sur le nôtre. Ceci donnerait naissance à des champs de force variable dont l'origine est probablement mal interprétée par nos cosmologistes : ils traduisent ces « champs de forces variables » comme la manifestation de la matière noire et de l'énergie sombre afin d'expliquer l'accélération de l'expansion d'une part, et aussi la dynamique de la rotation de nos galaxies d'autre part. Mais ces concepts seraient faux : on trouvera dans un autre texte (GR 1-8), une indication comme quoi l'existence de la matière sombre est erronée et il est invoqué un autre type d'influence que nous ne connaissons pas encore....
- ⇒ En somme, tous ces effets mystérieux que l'on ne sait pas expliquer aujourd'hui pourraient être dus à l'influence de notre cosmos jumeau, influence peut-être de type gravitationnelle, mais aussi via l'influence d'un type de matière que nous ne connaissons pas encore.
- ⇒ L'extrait de la lettre D 357-2 (voir plus loin) donne des informations sur ces nouveaux types de masses « imaginaires » et négative.

336 -FIN DU WAAM et de l'UWAAM, MORT DES DEUX COSMOS.

Quelle sera la fin des deux cosmos jumeaux ? En tenant compte du fait que WOA continue à créer de la matière à l'intérieur de chaque Cosmos, la dégradation de masse en énergie est beaucoup plus rapide. Il arrivera un moment où les deux univers seront réduits à un Continuum espace-temps hyper sphérique de rayon négatif, mais, maintenant, de grandeur infinie. Sans concentration de masses, c'est-à-dire sans Galaxies, c'est-à-dire : sans courbures, sans "plis". Seule une propagation continue et isotrope de radiations avec la même fréquence, car, maintenant, les multiples fonctions sinusoïdes créées par WOA se seront mises en phase et auront cessé de produire ces ondes stationnaires, ces nœuds et crêtes que nos sens ingénus interprètent respectivement comme "VIDES et MASSES" il restera seulement un océan d'ondes dont l'amplitude ira en diminuant jusqu'à la mort finale de la "paire cosmique".

Lettre D 357-2 : Note 1.1

Nous appelons WAAM-WAAM le faisceau ou ensemble d'Univers existants que nous estimons en nombre infini (bien que nous n'ayons pu le constater, n'ayant détecté qu'une partie d'entre eux). La caractéristique primaire qui les distingue chacun est la vitesse d'un quanton ou unité discrète d'énergie électromagnétique en leur sein. En réalité, il s'agit d'une famille de paires de cosmos, de WAAM. Chaque paire sera formée de "matière prédominante" ou "d'antimatière prédominante", sans que cela implique que dans un Waam ne puisse exister en plus d'une masse positive, une masse négative, et dans un des deux membres du couple ; une masse "imaginaire" dont la vitesse minimale est la vitesse limite du quanton E.M.

- ⇒ Il apparaît ici plusieurs choses nouvelles : un cosmos est constitué de masse positive prédominante (choisissons A), son jumeau B est alors constitué de **masse négative** prédominante. Rien n'interdit par exemple de trouver dans B un peu de matière positive, et réciproquement, mais attention à éviter les rencontres physiques !
- ⇒ Et puis un nouveau type de masse imaginaire au sens mathématique apparaît, soit dans A, soit dans B, mais pas dans les deux.

De cette façon est invariant, dans les deux WAAM cosmiques, tant la tridimensionnalité du système (longueur, largeur, hauteur) que l'existence de quatre types de masse : $+m$, $-m$, $(+v-1)m$, $(-v-1)m$
Observons cependant que ; tandis que dans les deux se manifestent les dimensions de longueur et de temps et

que les deux types de masse réelle peuvent s'isoler dans les deux WAAM, avec une prédominance élevée dans chacun d'eux de signes respectifs de masse, la "M - non-réelle" (Le terme "non" réel doit s'entendre sémantiquement sur Terre dans le langage mathématique, c'est-à-dire NON-REEL, il ne faut pas l'interpréter comme NON EXISTANT, mais comme "situé dans un autre cadre").

Il est clair qu'il peut exister autant de couples de cosmos que de vitesses du quanton électromagnétique (cosmos et anti cosmos gémellaire).

- ⇒ Ce dernier point est très important. **Il indique que la vitesse de la lumière est identique dans chaque paire de cosmos.** Et qu'il existe autant de paires de cosmos que de vitesses possibles pour la vitesse de la lumière. Une image de cette situation est fournie sur le site d'Umno-Sciences par le webmestre, que je recopie ici : *Si vous souhaitez le support d'une "image", vous pouvez imaginer le WAAM-WAAM comme un éventail. Chaque plume de l'éventail représente au verso, le WAAM et au recto l'U-WAAM. Chaque plume est séparée de la précédente et de la suivante par un delta représentant la plus petite différence de "c" (vitesse de la lumière) possible. A une extrémité vous avez le WAAM B (vitesse de la lumière égale à zéro), à l'autre extrémité le WAAM BB (vitesse de la lumière infinie).*
- ⇒ On ne saurait donc faire de modélisation sérieuse sans faire intervenir l'existence de n couples de cosmos ainsi que celle d'une matière imaginaire dont la vitesse est supérieure à celle de la lumière dans les couples de cosmos ! Un modèle à 10 dimensions, c'était déjà très compliqué, mais alors, comment introduire des concepts de masse imaginaire dont la vitesse minimum est égale à la vitesse de la lumière dans la paire de cosmos considérée ?

Quelle fut la cause de la formation de singularités dans notre Univers : galaxies, poussières et gaz intergalactiques ou galactiques, étoiles et astres froids ?

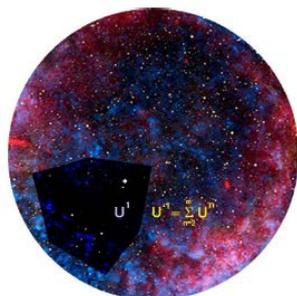
Tout simplement les perturbations que nous provoque l'Univers adjacent, qui à son tour est perturbé par un autre et ainsi de suite jusqu'à arriver à l'Univers de masse infinie que nous appelons WAAM  (D357-1-ideo1)

- ⇒ Une simulation complète doit prendre en compte n couples adjacents afin de tenir compte de leurs n perturbations ! On comprend aussi que la gravitation seule du Cosmos A ne suffit pas à expliquer la formation des étoiles et des galaxies, et qu'il faut également prendre en compte l'influence (gravitationnelle ?) de B, et puis des autres paires de cosmos adjacents.

A ce stade, voyons ce que pensent les Ummites des travaux de modélisation de Jean-Pierre Petit avec $n=2$, c'est-à-dire en se limitant à prendre en compte notre cosmos jumeau B si on traduit correctement le tweet suivant :

Réponse au tweet O6-124 concernant les travaux de JP Petit

[@oaxiiibo06](#) · 28 déc
[@quark67](#) La théorie doit se confronter à l'observation. Modèle bimétrique ($n=2$) \cong simplification du WAAM-WAAM ($n \rightarrow \infty$).



- ⇒ Le modèle bimétrique est une simplification ($n=2$) car il ne prend pas en compte l'influence des n autres Univers adjacents (n très grand). Seule la confrontation à l'expérience permettra d'affiner ce modèle avec $n=2$.
- ⇒ Démarrer avec $n=2$ paraît donc un bon début (c'est-à-dire en se limitant comme JP Petit à prendre en compte notre cosmos A et son jumeau B).

Réponse au Tweet O6-122 demandant des explications sur OAWOLEIIDAA

OAWOLEIIDAA : $H(q_e, p_e, t) \rightsquigarrow H(q_a, p_a, t^i)$

$t^i = t \Rightarrow$ WAAM \rightsquigarrow WAAM

$t^i \neq t \Rightarrow$ WAAM \rightsquigarrow autre WAAM ($m^i = \pm m, \pm im$)

$t^i = -t \Rightarrow$ WAAM \rightsquigarrow OUWAAM ($m^i = -m$)

- ⇒ L'effet frontière peut selon les cas inverser la charge et/ou la quantité de mouvement si H est le Hamiltonien habituel.
- ⇒ L'effet frontière peut exister dans notre cosmos, auquel cas il n'y a pas de changement de référentiel et le marqueur temps reste le même.
- ⇒ L'effet frontière peut se faire en passant à une autre paire de cosmos : l'axe du temps change, et la masse peut être inversée ou devenir imaginaire selon la rotation d'un ou plusieurs axes dimensionnels.
- ⇒ L'effet frontière se fait dans la même paire d'univers {A, B} : on passe donc en ce qui nous concerne dans notre univers jumeau B, dans lequel l'axe du temps est inversé ($t \Rightarrow -t$) et la masse est aussi inversée ($m \Rightarrow -m$).

Fin des analyses.

Synthèse de ces informations

La modélisation de notre univers en nous restreignant à notre seul cosmos visible A semble manifestement sans espoir d'aboutir. C'est peut-être pour cela que nous essayons de restituer nos observations en introduisant des concepts comme l'inflation, la matière noire, l'énergie sombre, concepts commodes mais au fond, on ne sait pas vraiment de quoi il s'agit.

Sans vouloir du tout caricaturer notre science, cela ressemble fort à l'introduction des épicycles de Ptolémée et aux prémisses d'une révolution scientifique.

Une piste possible, en suivant les informations Ummites, serait donc introduire d'autres plans de réalités cosmologiques comme décrit dans la lettre D41-15 ; c'est un effort conceptuel important, un peu comme passer de la 1D à la 3D dans certains de nos modèles numériques ; mais faut-il aller jusqu'à des modèles à 10 dimensions sans savoir là non plus de quoi on ne parle ni quelles nouvelles variables considérer ? Devant la complexité du sujet, il peut être raisonnable dans un premier temps de se limiter à un second plan de réalité, c'est-à-dire à notre espace jumeau, ce qui ne nécessiterait pas forcément d'invoquer d'autres dimensions.

Comme indiqué dans le tweet 124 concernant les travaux de JP Petit, se contenter de $n=2$ (notre plan de réalité A et notre cosmos jumeau B) pourrait être un bon début, bien que simplificateur, et à condition de confronter les résultats obtenus aux observations afin ensuite d'en déduire progressivement les perturbations d'autres paires de cosmos.

J'imagine qu'en réalisant correctement ce programme, cela pourrait conduire à un vrai changement de paradigme (prise en compte de matière négative), surtout si les observations, qui sont de plus en plus nombreuses et précises, s'accordent mieux à un modèle bimétrique avec matière négative qu'au modèle standard actuel. On aurait en quelque sorte enclenché ce changement de paradigme pour $n=2$. Bien sûr, cette approche simplificatrice devrait ensuite s'affiner avec des futures observations encore plus précises : alors il faudra réfléchir à $n=3, 4$, etc. Mais nous n'en sommes pas là !

Le tweet 124 encourage donc vivement à confronter un modèle bimétrique, comme celui de Jean-Pierre Petit ou celui de S Hossenfelder, ou d'autres, aux observations. C'est donc une piste qu'il faudrait suivre, sachant qu'on se limiterait à 4 dimensions. A ce stade, on ne sait pas comment prendre en compte l'existence de

matière imaginaire, mais il faut bien commencer quelque part, ne serait-ce qu'en **introduisant la notion de matière négative dans B, ce qui est déjà en soi un complet changement de paradigme.**

A-t-on une chance d'aboutir avec $n=2$ en restant en 4D, alors qu'on pourrait foncer vers un doublement des dimensions (4 par cosmos jumeau, soit 8 au total) ? Sans doute que oui, en se basant sur les deux remarques suivantes :

- Quand on passe dans l'espace jumeau, on change t en $-t$ (tweet 122). C'est comme changer x en $-x$ dans notre référentiel 3D habituel : on reste sur l'axe des x sans invoquer une nouvelle dimension.
- Nos cosmos jumeaux ne semblent pas séparés par une quelconque notion d'espace (D41-15) : alors les coordonnées $\{x, y, z\}$ resteraient les mêmes, et c'est le fait d'inverser l'axe du temps qui conduit à ce changement de référentiel et nous « transporte » dans le cosmos jumeau, au « même endroit ».

Dans ce cosmos jumeau, on devrait constater plusieurs phénomènes d'après le tweet 122 et les lettres D 41-15 et D 357-2 : la vitesse de la lumière reste la même en valeur absolue, la masse γ serait en majorité négative, les protons deviennent des antiprotons (de masse négative), les électrons deviennent des positrons (de masse négative).

La matière du cosmos jumeau B n'est donc pas de l'antimatière, mais de l'antimatière de masse négative, ce qui n'est pas la même chose. A priori, le tweet 124 n'indique pas le besoin de faire intervenir de masse imaginaire quand on passe à l'espace jumeau. Mais pourtant, cette masse imaginaire serait bien présente d'après D 357-2 et il faudrait la prendre en compte.

Si on reste dans l'idée de ne pas trop compliquer le modèle bimétrique, on restera sur les notions déjà nouvelles de masse négative sans invoquer de masse imaginaire...

En résumé, une théorie « très simple du point de vue des Ummites » devrait se baser sur les points suivants afin ensuite d'effectuer une comparaison de cette théorie aux observations :

- **Considérer un espace 4 D avec 2 feuillets $\{A, B\}$ de même masse totale, et appliquer cela à notre propre paire de cosmos : il s'agit donc d'un modèle bimétrique.**
- **$K=-1$: les deux feuillets $\{A, B\}$ présentent une topologie hyperbolique,**
- **Même courbure ou facteur d'échelle $R[t]$ pour chaque jumeau,**
- **Même vitesse de la lumière $c[t]$ pour chaque jumeau,**
- **Quand t augmente, R augmente, et c diminue : il existerait donc une relation entre $R[t]$ et $c[t]$, qui s'applique au couple $\{A, B\}$ mais doit peut-être aussi s'appliquer à tous les couples quand on « traverse » toutes les paires de cosmos de $c=0$ l'infini,**
- **Inversion du temps $t=-t$ en passant d'un jumeau à l'autre,**
- **$\{A : \text{matière positive, } B \text{ matière négative}\}$: c'est le point principal,**
- **Inversion de la charge $q=-q$ en passant d'un jumeau à l'autre**
- **Pas de matière imaginaire dans un premier modèle mais peut-être faudra-t-il laisser libre une variable ou un coefficient du modèle pour pallier à notre méconnaissance de cette inconnue.**

Commentaires

La description de modèles bimétriques ou de modèles à vitesse de la lumière variable dans la littérature n'est pas récente :

- Concernant les modèles bimétriques, on remonte en **1973** : Rosen, N. A bi-metric theory of gravitation. *Gen Relat Gravit* **4**, 435–447 (1973).
- Pour les modèles à vitesse variable, on remonte à **1957** : R. Dicke (1957). "Gravitation without a Principle of Equivalence". *Reviews of Modern Physics*. **29** (3): 363–376

L'idée de matière négative répulsive n'est pas nouvelle non plus, car Einstein y avait déjà pensé, et au fond l'énergie sombre possède de telles propriétés de répulsion. En revanche, peu d'auteurs ont essayé d'inclure ce

concept de matière négative dans un modèle bimétrique : citons le bien connu Jean-Pierre Petit, et la moins connue mathématicienne Sabine Hossenfelder.

A ce stade, il faut préciser que la complexité des mathématiques sous-jacentes rend cette tâche de modélisation très ardue comme le montre par exemple l'article suivant de **2008** qui aborde un modèle bimétrique avec masse négative : S. Hossenfelder, « *A Bi-Metric Theory with Exchange Symmetry* », *Physical Review D*, vol. 78, n° 4, 15 août 2008.

Trouver un modèle « très simple au sens des Ummites » invoquant de la matière négative n'est donc pas une tâche facile : ce nouveau modèle bimétrique devra expliquer aussi bien les observations actuelles que le modèle standard actuel (Λ CDM, qui invoque de la matière noire et de l'énergie sombre).

Appendice Comment JP Petit a-t-il pris en compte les informations Ummites ?

Jean-Pierre Petit explique régulièrement que ce sont les textes Ummites qui lui ont permis une telle créativité dans le domaine de la cosmologie et notamment de proposer son modèle bimétrique Janus. La plupart des prémisses exposés plus haut ont été pris en compte par JPP.

Il existe cependant une différence très importante entre les hypothèses retenues par JP Petit et celles que l'on peut obtenir en lisant les textes à notre disposition, et qui constituent le résumé de cette analyse.

J'ai mis en **rouge** ci-après les deux hypothèses non retenues par JP Petit ; et j'ai rajouté également une troisième hypothèse supplémentaire probablement de son cru (**en marron**).

- **Même courbure $R[t]$ pour chaque jumeau : non retenu par JPP,**
- **Même vitesse de la lumière $c[t]$ pour chaque jumeau : non retenu par JPP,**
- **En lieu et place des deux hypothèses précédentes non retenues par JP Petit, celui-ci propose une nouvelle relation $R[t] c[t]^2 = \text{constante}$; sauf erreur de ma part, cette relation n'existe pas explicitement dans les textes Ummites.**
Mais il l'a peut-être déduite de $c[t]^2 \sim \text{accélération} \sim 1/R[t]$ comme évoqué dans l'analyse.

Je pense que c'est en voulant expliquer la possibilité du voyage interstellaire *en passant par l'univers jumeau* que JP Petit a laissé tomber **ces deux hypothèses de courbure et de vitesse de la lumière identique dans chaque jumeau**, mais en a déduit **une autre $R[t] c[t]^2 = \text{constante}$ qu'il déclare avoir reçue oralement.**

Si on revient au voyage interstellaire, et que l'on considère un rayon du cosmos B plus petit d'un facteur x^2 que celui de A, et que la vitesse c vérifie $R c^2 = \text{constante}$ d'autre part, alors la vitesse de la lumière y serait plus élevée d'un facteur x (d'après la relation proposée par JP Petit), et le temps de voyage serait alors diminué d'un facteur x^3 . Avec par exemple $x=10$, on gagne un facteur 1000. Intéressant !

Ce type de raisonnement est peut-être cependant valable en passant par un couple de cosmos adjacent, et expliquerait alors les prodigieux gains de temps lors des voyages interstellaires en empruntant le bon couple voisin ; mais cela ne semble pas applicable d'après les textes à **un même couple de jumeaux pour lesquels R et c seraient identiques d'après les textes....**