Constante Cosmologique, Trou Noir NéoMinkowskien et Substratum de de Broglie

Yves Pierseaux

IIHE (ULB), Pleinlaan 2, 1050 Brussel
email: ypiersea@ulb.ac.be

RÉSUMÉ. En introduisant la Métrique Minkowskienne (MM) dans l'équation de la Relativité Générale (RG) avec Constante Cosmologique (CC), on obtient un Vide dont la densité dépend de la constante de gravitation. Ce Vide gravitationnel étant incompatible avec le vide électromagnétique habituel, on procède généralement à une annulation forcée de cette densité. En refusant ce "coup de force", nous lançons la recherche sur ce qu'il est logique d'appeler le "Vide Gravitationnel Néo-Minkowskien" (VGM). Avec la pression négative qui le caractérise nous avons développé, dans un papier précédent, publié dans les Annales [1], une application cosmologique du VGM compatible avec un univers en expansion accélérée, proche du Vide de de Sitter (VdS) (sur la base de la vitesse de libération).

Contrairement au VdS, le VGM est caractérisé par une vitesse singulière : la vitesse de la lumière. Mais si seuls les tachyons s'échappent, le VGM détermine aussi l'Horizon spatial duquel ils s'échappent. Dans ce papier nous montrons que le VGM consiste en un Univers "Trou Noir" néo-minkowskien (TNM). Compte tenu des conditions sur la frontière (émission de photons vers l'intérieur) nous complétons le cadre spatio-temporel néo-minkowskien (tachyons, photons, bradyons) par l'introduction de bradyons (non-baryoniques). Nous construisons (à l'intérieur du TNM) une cinématique des points galactiques adaptée à l'expansion observée de l'Univers (Horizon Hyperbolique maximal ou accélération minimale relativiste).

La théorie néo-minkowskienne correspond à ce que les Anglo-Saxons appellent une "Double Special Relativity" (DSR) où la deuxième constante n'est pas ici une longueur (de Planck) introduite artificiellement mais une longueur cosmologique qui résulte directement de la présence de la CC dans la RG. Sur la base de cette DSR (une SR pour grande vitesse couplée avec grande distance) nous prouvons que la vitesse des bradyons est directement corrélée à la vitesse des tachyons (formule Doppler du Redshift) exactement comme dans l'approche de

de Broglie la vitesse de groupe (v<c) et la vitesse de phase (v>c) de l'électron sont corrélées. Contrairement aux apparences, notre continuum n'est donc pas purement classique. Il est bien plutôt un substratum subquantique (non baryonique), qui, selon de Broglie, doit présider au destin des quanta. Le TNM prévoit à cet égard l'émission à l'origine d'un rayonnement en équilibre thermodynamique (Radiation de Hawking en provenance de l'Horizon du TN), qui n'est pas galactique, et donc un lien naturel avec le CBR (quanta de lumière de Planck-Einstein). Cette émission de "radiation de Hawking" cosmologique résulte alors d' un pur "effet Unruh" cosmologique (accélération hyperbolique, DSR).

Le point faible du rapprochement avec la théorie de de Broglie est que cette dernière est une dynamique (microscopique) de l'électron (l'émetteur de lumière qui nous fait défaut) et pas une cinématique (macroscopique) du point galactique. Nous proposons dès lors d'intégrer, dans le substratum subquantique, l'électron (avec sa masse leptonique et sa charge), lequel est un étranger dans la théorie minkowskienne habituelle (dixit Einstein). Cette intégration de "l'étrange éllectron" dans le fluide néo-minkowskien doit cependant se faire sur la base de l'électron (ultra relativiste) de Poincaré (soumis à une pression gravitationnelle). Nous proposons une synthèse (champ scalaire électrogravifique) tout-à-fait inédite entre les singularités du champ de Poincaré (les "trous dans l'éther") et l'électron ondulatoire de de Broglie.

Contre le "main stream", ils avaient tous les deux raison (Poincaré sur la masse de l'électron et de Broglie sur celle du photon).

ABSTRACT. The cosmological constant problem arises because the magnitude of vacuum energy density predicted by quantum mechanics is about 120 orders of magnitude larger than the value implied by observations of accelerating cosmic expansion [9].

If we replace "Quantum Mechanics" with "Wave Mechanics", the subquantum substratum of Louis de Broglie predicts the observed value.

1 Vide Gravitationnel Néo-Minkowskien et Univers en Expansion Accélérée

Rappelons en quoi consiste la solution néo-Minkowskienne de la RG avec CC. Considérons l'équation d'Einstein complète (avec Constante Λ) de la RG couplée avec le tenseur d'un fluide parfait $T_{\mu\nu} \equiv (p+\rho)\frac{u_\mu u_\nu}{c^2} - pg_{\mu\nu}$ (notations standard, densité d'énergie ρ et pression p , 4-vitesse d'un point du fluide $u_\mu u_\nu$) ([1] & [2]) :

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \chi T_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}\left[(p+\rho)\frac{u_\mu u_\nu}{c^2} - pg_{\mu\nu}\right] \quad (0)$$

Introduisons la Métrique Minkowskienne (MM) dans (0) $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu}$. On a alors $G_{\mu\nu} = 0$ et donc :

$$\Lambda\eta_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}\left[(p+\rho)\frac{u_\mu u_\nu}{c^2} - p\eta_{\mu\nu}\right] \quad (0 \longrightarrow 1)$$

Une solution (Néo-)Minkowskienne basée sur $\rho = -p$ est alors évidente[1] :

$$T^{VIDE}_{\mu\nu} = \rho\eta_{\mu\nu} = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G}\eta_{\mu\nu} \iff \rho + p = 0 \tag{1}$$

Le "Vide de matière" (non-baryonique : ($G_{\mu\nu} = 0$) est caractérisé par une densité non-nulle ρ *qui dépend de la constante gravitationnelle* G :

$$\rho = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G} = \frac{\Lambda}{\chi} \tag{1bis}$$

Nous appelons ce Vide Gravitationnel "Néo-Minkowskien"(VGM) car il ne correspond pas avec le Vide Électromagnétique Minkowskien (VEM) habituel (permittivité, perméabilité, impédance...) de la Relativité Restreinte (RR). On procède dès lors presque toujours à un véritable "putsch" qui consiste à annuler cette densité du Vide néo-minkowskien $\rho = 0$, donc aussi la pression $p = 0$ (et donc la constante $\Lambda = 0$). Ce "coup de force" empêche évidemment toute tentative d'élucider la nature de la solution néo-minkowskienne (1) et, qui plus est, élimine toute possibilité de synthèse entre le vide gravitationnel (VGM) et le Vide électromagnétique (VEM) (§4 & 5).

Remarquons que l'opération $\rho + p = 0$, consubstantielle du VGM (1), élimine radicalement les 4-vitesses des points matériels (§2). Jusqu'à présent nous n'avons pas évoqué le caractère cosmologique de la constante.

Ouvrons une parenthèse cosmologique. Afin de déterminer l'effet de la CC (le terme $\Lambda g_{\mu\nu}$), à partir de (0), les cosmologistes posent $\rho + p = 0$ dans l'équation du fluide parfait $T_{\mu\nu} = \rho g_{\mu\nu}$ avec une métrique riemanienne a priori non-déterminée[2] $g_{\mu\nu}$:

$$\rho + p = 0 \implies T^{DarkEnergy}_{\mu\nu} = \rho g_{\mu\nu} = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G} g_{\mu\nu} \qquad (anti-1)$$

---

[1] La diagonale du tenseur formé par les quadrivitesses est $(u_0^2, = c^2, u_1^2, u_2^2, u_3^2)$.

[2] La métrique de Minkowski est (clairement) connue ($\eta_{\mu\nu}$) tandis que la métrique de Rieman est une (sombre) inconnue ($T^{DarkEnergy}_{\mu\nu} = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G}\mathbf{g}_{\mu\nu}$).

Le terme cosmologique $\Lambda g_{\mu\nu}$ du premier membre de (0) est alors *compensé* par le terme du second membre avec une métrique riemanienne selon les cosmologistes ($g_{\mu\nu} \neq \eta_{\mu\nu}$). C'est pourquoi on ne trouve jamais dans la littérature cosmologique une solution en fonction de la MM (1) mais toujours (anti$-$1)[3].

Une autre approche standard de la CC, voisine de VGM, consiste à faire le Vide en annulant le second membre de (0) $G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 0$ avec $p = \rho = 0$ et $\Lambda \neq 0$. Sur la base d'une métrique $g_{\mu\nu}$ dite de Robertson-Walker (RW, à deux inconnues : le facteur d'échelle $a(t)$ et la constante de courbure K), La solution la plus simple ($K = 0$) des équations de Friedman[4]. est alors la solution parabolique-euclidienne attribuée à de Sitter (Vide sans matière et sans la constante G, VdS). (nous verrons que VdS est la proche voisine de VGM). *Fermons la parenthèse cosmologique.*

1.1 Substratum Subquantique non-baryonique de de Broglie

Le fluide non-baryonique VGM ($G_{\mu\nu} = 0$, composé de “points spatiaux”) que nous recherchons semble purement classique (au sens de pré-quantique). Nous montrerons qu'il correspond bien davantage au "substratum universel" de de Broglie selon lequel la réalité physique doit être divisé en trois niveaux[5] :

[3]Remarquons que logiquement cette compensation entraine .$G_{\mu\nu} = 0$ en évitant (?) $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu}$. Pour éviter ce qu'ils dénomment la monstruosité mathématique (1), les cosmologistes doivent démultiplier l'équation (0) en plusieurs équations : une équation (0) pour la matière baryonique, une pour la radiation, une pour la matière sombre etc... Dans notre approche il y a "une et une seule solution" (1) de "une et une seule équation" (0). Autrement dit s'il s'avérait que nous obtenons directement des tachyons et des photons, il faudra justifier, sans changer (1), comment on trouve les bradyons correspondants (nous empruntons le vocabulaire $v > c$, $v = c$ et $v < c$ de Feinberg). Le terme bradyon n'étant pas d'usage fréquent et donc quelque peu abstrait, nous précisons d'emblée qu'il sera concrétisé en point galactique (§3) ou électronique (§5).

[4]Les équations de Friedman (avec CC) donnent en effet $\frac{\dot{a}(t)}{a(t)} = c\sqrt{\frac{\Lambda}{3}} = H_\Lambda$ autrement dit une expansion exponentielle (EE) radiale $a(t) = a(t_0)e^{H_\Lambda(t-t_0)}$ avec des conditions initiales (t_0) indéterminées aussi bien pour la distance radiale $a(t_0)$ (aussi petite que l'on veut, inflation) que pour la vitesse radiale $\dot{a}(t_0)$. Il n'y a pas de modèle gravitationnel sous-jacent à la solution parabolique "de Sitter" puisque la constante G est éliminée des équations de Friedman par l'annulation $p = \rho = 0$ et donc aussi des équations d'Einstein (0) ($T_{\mu\nu} = 0$). Dans la cosmologie standard il n'existe aucun modèle du Vide gravitationnel en EE basé sur une pression négative ($\rho + p = 0$). *Une place vacante s'ouvre donc pour le VGM ?*

[5]Nous remercions Gilles Cohen-Tannoudji de nous avoir fourni cette information concernant de Broglie*[6]*.

1) le niveau macrophysique des phénomènes macroscopiques directement observables à notre échelle qui est le domaine propre de la Physique dite classique

2) le niveau microphysique ou quantique qui est celui des molécules, des atomes, des noyaux ou plus généralement des particules élémentaires, qui est le domaine propre de la Physique quantique

3)le niveau le plus profond, hypomicrophysique ou subquantique pourrait-on dire, constitué par ce "vide" réservoir immense d'énergie sous-jacente dont nous ignorons encore presque tout.

(Cours professé par de Broglie à la Sorbonne durant l'année scolaire 1957-1958).

Contre le "main stream" nous recherchons donc un *substratum subquantique* (niveau 3) exactement dans l'esprit relativiste de de Broglie ((§4 & §5). Et donc dans l'esprit d'une Mécanique Ondulatoire subquantique qui préside au destin des quanta. La seule différence avec de Broglie, pour lequel la thermodynamique joue un rôle essentiel (niveau1, §1-2), c'est que nous allons utiliser les deux relativités : RR et RG. Et donc la gravitation (§4 & 5).

L'intervention de de Broglie (un spécialiste de l'électron) dans un travail sur la CC peut paraître étonnante. C'est à dessein cependant que nous avons déduit notre solution (1) en introduisant une certaine constante Λ dans (0). Nous proposerons bien entendu une application cosmologique (expansion accélérée, §1,2,3) de la solution (1). Mais on imagine parfaitement que, si vraiment il existe une RR néominkowskienne qui n'est pas la RR habituelle, cela va inmanquablement avoir des conséquences qui vont sortir du cadre strict de la cosmologie (§4,5).

Ainsi de Broglie place lucidement la théorie quantique au niveau 2 autrement dit au niveau baryonique. Or notre substratum néominkowskien est radicalement non-baryonique ($G_{\mu\nu} = 0$). Rappelons que le problème de la CC se pose au niveau (notamment) de l'évaluation de la densité d'énergie du Vide prédite par la mécanique quantique : elle est environ 120 ordres de grandeur trop grande par rapport à la densité induite par la CC (1bis). Le substratum ondulatoire de de Broglie, seul légitime au niveau (3), devrait donc permettre de corriger (§4) cette erreur monstrueuse (10^{120}!) qui est à l'origine de bien des égarements.

1.2 Thermodynamique du Fluide (Vide) néo-Minkowkien non-Statique

La seul moyen dont nous disposons pour étudier le VGM (Fluide parfait, Continuum, ou encore Substratum...) est de partir de la relation thermodynamique qui lui est consubstantielle :

$$\rho + p = 0 \quad (1)$$

Cette relation locale conduit par intégration immédiate à un volume global :

$$U + pV = 0 \tag{2}$$

En différenciant la solution globale (2) $U = \rho V$ on retrouve l'équation isentropique (1) :

$$dU + pdV = 0 \qquad (1bis)$$

si et seulement si $dV \neq 0$ (1). Le caractère non constant du volume résulte d'une propriété bien connue de l'enthalpie ($H = U + pV$) et peut être développée sur la base de n'importe quelle métrique et donc y compris la MM. Le problème est que si il est facile de concevoir un modèle gravitationnel sur la base d'une métrique de Riemann $g_{\mu\nu}$, il est plus difficile de le faire sur la base d'une MM $\eta_{\mu\nu}$ réputée sans gravitation (§2).

Le contenu thermodynamique est donc loin d'être trivial (c'est le "putsch $p = \rho = 0$" qui conduit à la trivialité) car il implique une variation isentropique $dS = 0$ non isochorique $dV \neq 0$).

La contrainte (néo-)minkowskienne impose le cadre$4D$ spatio-temporel avec l'introduction du temps$t$ dans un système comobile (voir Pauli, annexe 2) :

$$U(t) = \rho V(t) \qquad U(t) + pdV(t) = 0 \tag{3}$$

La contrainte (néo-)minkowskienne (de type pseudo-euclidienne) impose en outre une symétrie sphérique $3D$

$$\begin{gathered} V(t) = \frac{4}{3}\pi R^3(t) \Rightarrow \dot{V}(t) = \frac{4}{3}\pi 3R^2(t)\dot{R}(t) \\ \Longrightarrow \quad \frac{\dot{U}(t)}{U(t)} = \frac{\dot{V}(t)}{V(t)} = 3\frac{\dot{R}(t)}{R(t)} \end{gathered} \tag{3bis}$$

La solution néo-Minkowskienne (Vide non-statique) peut ainsi être traitée (radialement) avec un facteur d'échelle $\dot{R}(t)$ et donc un rapport radial $\frac{\dot{R}(t)}{R(t)}$ qu'il nous reste à déterminer. Un argument purement dimensionnel pour le substratum universel basé sur 3 constantes (c, G, Λ) donne l'inverse d'un temps $\frac{\dot{R}(t)}{R(t)} = c\sqrt{\Lambda}$ (avec $\Lambda = 0$ on retrouve le vide statique minkowskien habituel). Jusqu'à présent l'énergie thermodynamique $U(t)$, associée au VGM, est certes variable mais n'a rien de gravitationnel.

1.3 Vide Gravitationnel Dynamique néo-Minkowskien et Univers en Expansion Exponentielle

Le cadre néo-minkowskien nous incite à prendre en considération la célèbre relation d'Einstein qui associe à l'énergie variable une pseudo-Masse variable (dans le temps) :

$$M(t)c^2 = U(t) = \frac{4}{3}\pi\rho R^3(t) \tag{4}$$

On est donc conduit à une situation inédite où l'énergie (globale) se transforme en une masse non-baryonique (globale) qui varie dans le temps $M(t)$ alors que la densité de masse (locale) $\rho_M = \frac{\rho}{c^2}$ est constante.

Nous ne savons pas a priori si cette pseudo-masse $M(t)$, pure extrapolation néo-minkowskienne, obéit aux lois de Newton (gravitation et dynamique), mais rien ne l'interdit (a priori). Voyons où cela nous mène.

Un modèle statique avec le seul potentiel gravitationnel newtonien $E_P = -\frac{GM}{R}$ est exclu car instable (collapse gravitationnelle). Ce diagnostic était prévu par notre guide thermodynamique (§1-2) qui nous invite à chercher un modèle dynamique gravitationnel basé sur un équilibre entre l'énergie cinétique E_c et l'énergie potentielle E_P :

$$\frac{1}{2}\dot{R}(t)^2 - \frac{GM(t)}{R(t)} = \frac{1}{2}\dot{R}(t)^2 - \frac{4}{3}\pi G\frac{\rho}{c^2}R(t)^2 = 0 \tag{5}$$

($YP12$ dans la numérotation commune à la version française et anglaise de notre recherche précédente [1] & [2]).

Nous avons simplifié par une (pseudo)masse non-baryonique m_{NB} non-nulle :

$$\frac{1}{2}m_{NB}\dot{R}(t)^2 - \frac{GM(t)m_{NB}}{R(t)} = 0 \tag{5bis}$$

(nous laissons à ce stade un doute sur la question de savoir si la masse leptonique de l'électron peut être considérée comme non-baryonique, 29).

Ce modèle dynamique gravitationnel induit une vitesse de libération $\dot{R}(t)$ d'un point spatial $R(t)$ appartenant au fluide qui simule le VGM. Il permet en outre de déterminer le rapport radial ($3bis$) constant qui nous manquait :

$$\frac{\dot{R}(t)}{R(t)} = \sqrt{\frac{1}{3}\frac{8\pi G}{c^2}\rho} = c\sqrt{\frac{\Lambda}{3}} \tag{6}$$

On retrouve la CC alors que nous étions parti de $\rho + p = 0$.avec $\rho = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G}$. La solution (6) est donc cohérente : avec $\Lambda = 0$ on retrouve la solution minkowskienne statique habituelle. Signalons que $VGM(6)$ constitue une alternative à la méthode historiquement utilisée par Einstein (champ newtonien faible $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu}$) pour la détermination de la constante $\chi = \frac{8\pi G}{c^4}$ dans (0) :

$$\rho = \frac{\Lambda}{\chi} \qquad \Rightarrow \quad \chi = \frac{\Lambda}{\rho} = \frac{8\pi G}{c^4} \tag{6bis}$$

En introduisant une Expansion Exponentielle (EE) en fonction d'une constante de Hubble, on peut donner à notre VGM une interprétation cosmologique avec la position et la vitesse du point spatial

$$c\sqrt{\frac{\Lambda}{3}} = H_\Lambda \quad \Longrightarrow \; R(t) = R(0)e^{H_\Lambda t} \qquad \dot{R}(t) = \grave{R}(0)e^{H_\Lambda t}. \tag{7}$$

La solution (7) déduite de ($\rho + p = 0$) (1), dépendante de G, ressemble à la solution parabolique de "de Sitter" (VdS) ($\rho = p = 0$), indépendante de G, avec $G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 0$ (voir Expansion Exponentielle EE note 4). Il y a deux manières de faire le Vide dans (0) : la méthode VdS qui consiste à annuler le tenseur d'énergie-impulsion ($\rho = p = 0$) et la méthode VGM qui consiste à annuler le tenseur d'Einstein ($G_{\mu\nu} = 0$). Dans les deux cas il s'agit d'une EE de l'Univers (note 4) mais les Conditions Initiales (CI) sont fondamentalement différentes (§2). Notre solution VGM (1), voisine de VdS, est donc cosmologiquement parfaitement recevable (la seule qui est véritablement triviale est celle qui consiste à tout annuler $T_{\mu\nu} = 0$.et $\Lambda = 0$). Constatons enfin que notre EE (7) semble indépendante de la vitesse de la lumière c, ce qui admettons-le, est peu crédible dans un cadre (néo-)minkowskien [6] . A moins d'imposer comme CI : $\dot{R}(0) = c$.

[6]Comment osons-nous prétendre que l'équation YP-12 s'accorde avec une quelconque limite minkowskienne alors que la vitesse $\dot{R}(t)$ peut dépasser celle de la lumière ? Les équations ci-dessus sont réputées hautement non-relativistes... pour des

2 Trou Noir Néo-Minkowskien (Horizon de libération) : les tachyons sont émis vers l'extérieur

Contrairement au modèle VdS où la vitesse de libération initiale $\dot{a}(0)$ est indéterminée, le seuil de la vitesse de libération dans VGM doit être) par la vitesse singulière de la lumière (1er horizon) $\dot{R}(0) = c$: seuls les TACHYONS[7] ($\dot{R}(t > 0) > c$) s'échappent ($R(t > 0) > R_H$) d'une surface sphérique (2ème horizon) $R(0) = R_H = \sqrt{\frac{3}{\Lambda}}$ (H pour Horizon) !

Si on annule la constante Λ le 2ème horizon disparait ($R_H \longrightarrow \infty$).

$$R(t) = R_H e^{H_\Lambda t} \qquad \dot{R}(t) = c e^{H_\Lambda t} \tag{7bis}$$

D'un point de vue cosmologique R_H apparait comme un "Horizon de Hubble" $H_\Lambda R_H = c$. Des CI radicales en $t = 0$ sont donc imposées par le cadre néo-minkowskien : dès que le seuil de vitesse de libération est déterminé (par c), la surface sphérique de libération l'est également (par R_H). Le VGM correspond dès lors à un Trou Noir néo-minkowskien (TNM) (voir §2-3). Il y a deux approches successives qui permettent de s'en convaincre : d'abord l'approche cinématique relativement abstraite (§2-1) et ensuite l'approche dynamique plus concrète (§2-2). On peut changer l'ordre de ces approches en passant directement à (8, §2-2).

2.1 Cinématique (radiale) à Horizon double : les photons sont émis vers l'intérieur (rayonnement de corps noir de Hawking)

Il y a donc dans la théorie néo-minkowskienne une dualité fondamentale : un couple position-vitesse, $R(t) > R_H$ $\dot{R}(t) > c$, doté d'un couple d'Horizons (singularités) (R_H, c).

Cette dualité n'existe pas dans la théorie minkowskienne habituelle caractérisé par un seul Horizon de vitesse. Il n'y a pas de singularités dans la théorie de Sitter (VdS) où le couple $(a(0), \dot{a}(0))$ signifie que la

---

points matériels. Pourtant cette équation, où les points spatiaux s'échappent à partir d'une vitesse seuil donnée, s'intègre parfaitement dans un cadre néo-minkowskien à condition §3) que cette vitesse seuil $\dot{R}(0)$ soit la vitesse de la lumière c (§3). Idem pour l'énergie cinétique dans (5) soi-disant a priori non-relativiste. Il ne s'agit pas ici d'un point matériel à vitesse infralumineuse (bradyonique, voir §3) mais d'un point spatial à vitesse supralumineuse (tachyonique).

[7]Précisons cependant qu'il ne s'agit pas de tachyons dans l'espace minkowskien statique habituel mais de points spatiaux tachyoniques (idem pour les bradyons à venir).

surface $a(0)$ se déplace à l'instant $t = 0$ à la vitesse $\dot{a}(0)$. Ce qui implique immédiatement que ni $a(0)$ ni $\dot{a}(0) = c$ ne sont des constantes marquées par des singularités.

En fait ce couplage singulier (R_H, c) de constantes universelles de TNM ne peut correspondre qu'à un seul phénomène (physique) : une *émission fondamentale* de lumière (à vitesse constante c) en provenance de la surface horizon singulière R_H au temps singulier initial $t = 0$. Les CI du TNM sont radicales puisqu'elles imposent, outre une singularité de vitesse c et de distance R_H , une singularité de temps pour $t = 0$.

De plus, comme seuls les tachyons peuvent s'échapper vers l'extérieur de la sphère, *l'émission* de photons $\dot{R}(0) = c$, en provenance de la surface sphérique $R(0) = R_H$ ne peut se faire que vers *l'intérieur* de la sphère en $t = 0$.

Ceci va nous permettre de suivre le photon émis et de construire le nouveau cadre spatio-temporel (lumineux) néo-minkowskien complet à Horizon double (§3). Ce cadre est non seulement compatible avec une singularité de type Big Bang ($t = 0$), avec une expansion de type Hubble ($R_H$est en vérité un Horizon hyperbolique, §3) ainsi qu'avec une émission de type CBR (Cosmologie, surface de dernière diffusion). De surcroit la solution proposée s'appuie sur une relation isentropique (3) d'une radiation en équilibre thermodynamique. Une sorte de corps noir serait en quelque sorte à l'Horizon du Trou Noir (une manière naturelle d'introduire la constante h en RG ?). *Il s'agit donc ni plus ni moins d'une "Radiation de Hawking" cosmologique ([8]).*

Remarquons toutefois que l'existence d'un Horizon cosmologique R_H dans le TNM semble incompatible avec l'inflation[8] qui semble consubstantielle au VdS $R_H \rightharpoonup 0$)

2.2 Dynamique (scalaire) Gravitationnelle avec accélération minimale

La relation de base $YP12$ (5) permet de coupler comme il se doit notre cinématique avec une dynamique bien adaptée au TNM (après simplification de m_{NB}) :

[8]Étant donné qu'on observe pas une expansion des galaxies elles-mêmes ou des systèmes solaires et des atomes eux-mêmes, on est en droit d'affirmer que l'existence d'un HorizonR_HHyperbolique (§3) est conforme aux observations.

$$\frac{1}{2}\dot{R}(t)^2 - \frac{GM(t)}{R(t)} = \frac{1}{2}\dot{R}(0)^2 - \frac{GM(0)}{R(0)} = \frac{1}{2}c^2 - \frac{GM_H}{R_H} = 0 \qquad (8)$$

La relation-frontière avant simplification de m_{NB}(la candidature de la masse m_e de l'électron sera examinée au §4) :

$$\frac{1}{2}m_{NB}c^2 - \frac{GM_H m_{NB}}{R_H} = 0 \qquad (YP12) \qquad (8\text{bis})$$

Après simplification on trouve une relation-frontière d'apparence familière avec $M_H = \frac{4}{3}\pi\frac{\rho}{c^2}R_H^3$:

$$c^2 = \frac{2GM_H}{R_H} \qquad (8\text{ter})$$

qui correspond à la formule non relativiste du Trou Noir statique (sans frontière) [9]. Notre TNM dynamique (avec frontière) induit la MM suivante dans laquelle la constante de gravitation s'inscrit explicitement :

$$ds^2 = dr^2 - c^2dt^2 = dr^2 - \frac{2GM_H}{R_H}dt^2 \qquad (9)$$

Il suffisait d'y penser. La solution (1) mise sous la forme (9) a donc un sens profond : la seule manière de "rendre relativiste" (au sens de la RR) la formule de Laplace consiste à affirmer que seuls les tachyons s'échappent. Mais il faut alors postuler l'existence d'un champ gravitationnel,dans la RR! (Impensable). L'existence du champ gravitationnel adéquat est précisément assurée dans la solution néo-minkowskienne de la RG.

Notre but est donc atteint : le VGM est un TNM. $CQFD$.

Signalons que l'on peut passer de (7) à (8) sans passer par la cinématique (7bis, plus abstraite, voir §3).

La solution (1) attribue un rôle positif aux tachyons (on a en quelque sorte "attrapé la comète par la queue"). En toute rigueur elle (1) doit

[9] Laplace obtient la formule (non relativiste) du "Trou Noir" $c^2 = \frac{2GM}{R}$ en remplaçant $v = c$ dans la formule de la vitesse de libération. La vitesse de la lumière n'est pas une discontinuité. On peut faire $v := 2c, 3c$... Laplace considérait du reste que la gravitation se déplaçait au moins 300 fois plus vite que la lumière.

s'écrire (la composante temporelle est en 00) :

$$T_{\mu\nu}^{VIDE} = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G}\eta_{\mu\nu} = \rho \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{10}$$

avec une pression négative (en fonction de la densité).

Il convient maintenant de compléter la dynamique car toute dynamique qui se respecte doit avoir en son sein la fameuse (2ème) loi de Newton avec une accélération.

YP-12 introduit une masse (énergie) globale M_H singulière qui pourrait paraitre surréaliste si elle ne correspondait pas tout simplement à une accélération minimale : En effet on a une autre *relation-frontière* dynamique ($t = 0$) :

$$F_G = \frac{c^4}{2G} = M_H \alpha_M = 2\frac{GM_H^2}{R_H^2} \tag{11}$$

où α_M est un nouvel invariant fondamental (accélération) déterminé en $t = 0$ (singularité) obtenue en dérivant (5) une seconde fois :

$$\begin{aligned} \ddot{R}(t) - H_\Lambda^2 R(t) = 0 \quad o \Longrightarrow q_\Lambda = -\frac{R(t)\ddot{R}(t)}{\dot{R}(t)^2} = -1 \\ \Rightarrow \quad \frac{R(0)\ddot{R}(0)}{\dot{R}(0)^2} = \frac{R_H \alpha_M}{c^2} = 1 \end{aligned} \tag{12}$$

Une telle accélération[10] ne peut naturellement s'appliquer directement à la vitesse (constante) de la lumière. Cela confirme notre interprétation d'une émission de lumière à vitesse constante c. Si elle ne s'applique pas aux photons, elle ne peut s'appliquer qu'aux tachyons (c'est évident) ou aux bradyons (§3). Nous verrons alors (§3) si le boost de Lorentz s'effectue infiniment lentement (Einstein) ou lentement (néo-minkowskien) :

$$f_G = m_{NB}\alpha_M = 2G\frac{M_H m_{NB}}{R_H^2} = m_{NB} 2G \frac{M_H}{R_H^2} \tag{11bis}$$

[10]L'objection selon laquelle l'accélération ne peut pas être un invariant relativiste est irrecevable car, répétons-le, les deux théories ne sont pas (pour le moment) en concurrence puisque la théorie habituelle concerne les points matériels à vitesse infralumineuse et la seconde les tachyons. La question se posera quand les bradyons correspondants aux tachyons auront été définis (§4). Elle sera résolue par l'accélération hyperbolique qui est un invariant relativiste 19).

La cinématique radiale correspond à la forme scalaire de la loi de Gravitation de Newton (5 ou 8) mais aussi à la forme scalaire de la loi de la Dynamique de Newton (11) et SURTOUT (11bis). Il reste alors à identifier correctement f_G en précisant m_{NB}(voir équation 34). On vérifie enfin la cohérence de notre synthèse dynamique (accélération de Milgrom relativiste) en :introduisant le célèbre couple cosmologique (paramètre de Hubble H_Λ et d'accélération q_Λ, voir aussi REDSHIFT, 28ter) :

$$q_\Lambda = \frac{\rho}{p} = -1 \qquad \Longrightarrow \qquad \alpha_M = H_\Lambda c = \frac{2GM_H}{R_H^2} \tag{13}$$

2.3 Du Trou Noir statique (stellaire) de Schwarzschild au Trou Noir Dynamique (cosmologique) néo-Minkowskien

Voyons maintenant que notre TNM, avec sa MM (9) non-statique, constitue la limite cosmologique de la métrique statique de Schwarzschild (Trou Noir Stellaire) qui s'écrit :

$$ds^2 = (1 - \frac{R_S}{r})dr^2 - \frac{1}{(1-\frac{R_S}{r})}c^2dt^2 \qquad r > R_S \qquad (Schwarz - out) \tag{14}$$

couplée avec la formule du trou noir de Laplace ($R_S = \frac{2GM_S}{c^2}$). Il est bien connu que le comportement à l'infini $r \mapsto \infty$ de (14, schwarz-out), nous ramène à la MM. Ce constat brut passe généralement inaperçu car la limite minkowskienne de la RG sans CC conduit à l'espace minkowskien statique trivial habituel (le trou noir statique s'est en quelque sorte "évaporé").

Mais ce n'est pas le cas de la limite néo-minkowskienne dynamique de la RG avec CC qui conduit à (9) :

$$\lim_{r\mapsto\infty}\left[(1-\frac{2GM_S}{rc^2})dr^2 - \frac{1}{(1-\frac{2GM_S}{rc^2})}c^2dt^2\right] = dr^2 - \frac{2GM_H}{R_H}dt^2 \tag{15}$$

L'horizon de Schwarzschild devient devient donc à la limite $r \mapsto \infty$ l'horizon de Hubble $R_S \mapsto R_H$.

2.3.1 Horizon de Schwarzschild et Horizon de Hubble : avec ou sans singularité physique ?

On sait que l'expression "singularité (statique) de Schwarzschild" est désormais désuète, (surtout utilisée dans l'ancienne littérature scientifique) car il a été montré (Kruskal) que ce n'est pas une vraie singularité physique. Tel n'est pas le cas de notre singularité (dynamique) du TNM où l'Horizon de Hubble est couplé avec l'Horizon "vitesse de la lumière" :

$$dr^2 - \frac{2GM_H}{R_H}dt^2 = 0 \qquad \frac{dr}{dt} = c = \grave{R}(0) \tag{16}$$

On retrouve à la limite une vitesse singulière finie (émission de lumière sur la frontière). Tel n'est pas le cas avec la métrique de Schwarzschild $r \longmapsto R_S$:

$$(1 - \frac{R_S}{r})^2 dr^2 - c^2 dt^2 = 0 \quad \frac{dr}{dt} = \frac{c}{1 - \frac{R_S}{r}} \mapsto \infty \quad r = R_S \quad (Schwarz - on) \tag{16bis}$$

La pseudo-singularité de Schwarzschild correspond donc à une vitesse aussi grande que l'on veut (aucune vitesse singulière). Notre TNM à Horizon double renforce le statut de la singularité ($H_\Lambda R_H = c$) et donc d'une surface d'émission de la lumière vers l'intérieur. Il s'agit donc ni plus ni moins d'une *"Radiation de Hawking" cosmologique (*[8]*).*

Les signes s'inversent suivant que l'on se trouve à l'intérieur $r < R_S$ ou à l'extérieur $r > R_S$ du rayon de Schwarzschild[11] :

$$ds^2 = c^2 \frac{1}{(\frac{R_S}{r} - 1)} dt^2 - (\frac{R_S}{r} - 1) dr^2 \quad r < R_S \qquad (Schwarz - in) \tag{17}$$

Nous pouvons donc nous inspirer de la métrique usuelle de Schwarzschild (TNS) pour pénétrer à l'intérieur de notre TNM cosmologique (autrement dit l'Univers) en utilisant les conditions sur la frontière (18).

2.3.2 Résumé : Métrique Minkowskienne hors, sur et dans la nouvelle frontière

Le cadre néo-minkowskien possède une discontinuité fondamentale (13) qui sépare le cadre spatio-temporel lumineux en deux zones (:$c^2 = \frac{2GM_H}{R_H}$). En nous inspirant du Trou noir de Schwarzshild ($c^2 = \frac{2GM_S}{R_S}$), on peut dresser le tableau suivant :

[11] Rappelons que le langage minkowskien est déjà présent dans la métrique statique de Schwarzschild. L'horizon de Schwarzschild s'appelle horizon des évènements. On sait que les intervalles d'évènements peuvent être de type temporel ou spatial.

Schwarzschild (TNS)	**Hubble (TNM)**
$r > R_S$	**Tachyon** $R(t) > R_H \;\; \dot{R}(t) > c \quad ds^2 = dr^2 - c^2dt^2$
$r \longmapsto R_S \quad \frac{dr}{dt} \longmapsto \infty$	**Photon** $R(0) = R_H \; R(0) = c = \frac{dr}{dt} \quad 0 = dr^2 - c^2dt^2$
$r < R_S$	**Bradyon** $r(t) < R_H \;\; \dot{r}(t) < c \quad ds^2 = c^2dt^2 - dr^2$
Emission de type Hawking	**Emission Corps Noir de type** CBR **en** $t = 0$

Nous avons mis en évidence dans le tableau qui précède le parallélisme position-vitesse (selon notre première approche basée sur la vitesse de libération d'un point, le fluide continu sera traité aux §4 et §5).

A chaque membre du trio de Feinberg est attaché une métrique (9, 16, 20). Nous disposons de tachyons et de photons (radiation cosmologique de Hawking) mais pas (encore) de bradyons (non-baryoniques $G_{\mu\nu} = 0$) lesquels sont en fait soit des points galactiques (avec accélération cosmologique de Unruh, §3) soit des électrons de Poincaré ($G_{\mu\nu} = 0$).§5).

Jusqu'à présent nous n'avons jamais utilisé le quadrivecteur vitesse qui se trouve dans l'équation du fluide parfait dans (1)($0 \longrightarrow 1$). Nos tachyons gravitationnels (§2) traduisent le fait que la condition $\rho + p = 0$ fait disparaitre radicalement, dans l'équation du fluide parfait (1), le facteur $(p+\rho)\frac{u_\mu u_\nu}{c^2}$ contenant les quadrivitesses (la 4ème composante $u_0 = c$ est en 00). Heureusement car on voit mal comment on aurait inscrit la vitesse radiale ($u_1 > c$,$u_2 = 0, u_3 = 0$) des tachyons dans un 4-vecteur lequel impose nécessairement $u_1 = v < c$ (pour un photon aussi il est strictement interdit d'effectuer $u_1 = c$ dans un 4-vecteur). Cela nous autorise à développer une cinématique des bradyons (§3) avec notre approche ponctuelle (MM, 20) tout en gardant l'unicité et l'universalité de la solution (1-10) qui résulte de la condition néo-minkowskienne impérative : $G_{\mu\nu} = 0$.

3 Cinématique Galactique à l'intérieur de l'Horizon : Doubly Special Relativity (DSR)

Nous proposons maintenant d'inclure le tiers (jusqu'à présent exclu à savoir le bradyon. Dans le cadre néo-minkowskien, contrairement au cadre minkowskien traditionnel, il y a non pas une seule constante, il y a deux constantes c et R_H ou un Horizon Double . Ce qui nous rapproche de ce que les Anglo-Saxons appellent DSR (Doubly Special Relativity) excepté bien entendu que la longueur définie initialement n'est pas une longueur quantique arbitraire (souvent la longueur de Planck) mais une longueur de Hubble ($R_H = \sqrt{\frac{3}{\Lambda}}$) directement induite de la RG avec CC.

La condition de cohérence ou de compatibilité entre les deux frontières (R_H,c) est la suivante :

$$\frac{r}{R_H} = \beta = \frac{v}{c} < 1 \qquad (18)$$

avec $v = u_1$ce qui revient à écrire la loi de Hubble pour les points spatiaux (indice s) ($\beta_s = \beta$), les bradyons non-baryoniques (autrement dit les "points galactiques" avec $u_1 = v = c\beta$) :

$$v = c\beta = H_\Lambda r \qquad (18bis)$$

Tout se passe comme si les bradyons $r(t) < R_H - v(t) < c$ constituaient une sorte d'image inversée des tachyons $R(t) > R_H - R(t) > c$ (ou inversement).

Nous suggérons de construire la zone ou le cadre spatio-temporel des bradyons avec les photons.

Dans notre modèle radial ($r = x$) nous pouvons nous contenter de travailler à $2D$. Considérons un diagramme (x, t) et suivons le photon qui est émis (vers l'intérieur en$t = 0$).en R_H il est reçu en O au temps T_H. On a donc les deux points (R_H,0) et $(0, T_H)$ qui définissent les hyperboles d'échelle minkowskiennes habituelles $2D$ (le long de l'axe Ox, et le long de l'axe Ot).

Mais ce qui n'est pas habituel c'est qu'il s'agit maintenant d'hyperboles singulières (R_H, T_H) directement induites par la CC (la première est bradyonique, la seconde est tachyonique). Si on néglige la CC, on retrouve la cinématique einsteinienne habituelle (SR) qui reste valide lorsqu'il n'y pas de couplage '"grande vitesse-grande distance" (18bis).

Avec la CC signalons qu'on obtient un PRINCIPE COSMOLOGIQUE PARFAIT, non pas parce qu'on aligne un temps infini $T_H \longrightarrow \infty$ sur l'espace infini (Steady state de Hoyle) mais parce qu'on aligne un temps fini ($T_H = H_\Lambda^{-1}$) sur un espace fini R_H. Il n'y a pas de contradiction avec l'expansion indéfinie de Hubble car cette finitude se traduit par des Horizons Hyperboliques. Idem avec le Big Bang car $t = 0$ est singulier.

Écrivons à cet égard l'hyperbole d'échelle bradyonique le long de l'axe Ox (tangentes avec vitesses infralumineuses) :

$$x^2 - c^2t^2 = R_H^2 \qquad avec \quad R_H\alpha_M = c^2 \qquad (19)$$

Il faut montrer que cette ligne d'univers hyperbolique (19) correspond à l'intégration de la MM temporelle (20) :

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 \tag{20}$$

Nous pouvons nous appuyer d'abord sur le cadre minkowskien habituel et tenir compte ensuite de la contrainte sur la frontière (18). On reconnait ainsi les équations de base du $MRUA$ (Mouvement Rectiligne Uniformément Accéléré relativiste (hyperbolique) avec $\alpha = \frac{d\gamma(t)v(t)}{dt}$.

La MM temporelle revient à écrire le temps propre τ du point matériel (Minkowski, 1908)

$$ds = cd\tau = cdt\sqrt{1 - \frac{dx(t)^2}{c^2 dt^2}} = cdt\sqrt{1 - \frac{v^2(t)}{c^2}} \tag{21}$$

A partir de la vitesse hyperbolique (ou tangente hyperbolique ou rapidité de Robb) :

$$w_h(t) = \ln k(t) = \ln \sqrt{\frac{1+\beta(t)}{1-\beta(t)}} \tag{22}$$

le temps propre τ permet de définir une accélération (centrifuge) constante :

$$\frac{dw_h(t)}{d\tau} = \alpha \tag{23}$$

La ligne d'univers du $MRUA$ est alors une hyperbole Ox (cqfd) :

$$x^2 - c^2 t^2 = R^2 = \frac{c^4}{\alpha^2} \qquad \frac{R\alpha}{c^2} = 1 \tag{24}$$

Dans le cadre minkowskien habituel l'accélération uniforme peut être aussi petite que l'on veut. On voit que l'objection selon laquelle notre accélération (11, note 9) ne peut pas être un invariant relativiste est irrecevable car l'accélération hyperbolique ([9]) est précisément invariante (19).

Intrduisons maintenant la contrainte (18). On constate ainsi que dans le cadre néo-minkowskien ce n'est pas seulement "l'espace des vitesses" mais aussi "l'espace des coordonnées" qui est divisé en 2 zones par une frontière. On a donc une constante de Hubble (18bis) ou une accélération minimale (19) :

$$\frac{dw_h(t)}{d\tau} = H_\Lambda = \frac{\alpha_M}{c} \tag{25}$$

L'intégration de MM (20) donne l'hyperbole bradyonique (CQFD[12]). Il s'agit simplement de la version baryonique de (1). $\eta_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ (il nous manque encore un coefficient multiplicateur (voir 10) qui sera donné par (40). On définit ainsi une cinématique du point spatial galactique avec la loi de Hubble (18bis) pour les grandes vitesses couplées aux grandes distances. Sinon rien ne change par exemple au niveau de l'écriture relativiste de l'énergie cinétique (note 6) d'un point galactique : l'équation YP12 (5) est donc PARFAITEMENT RELATIVISTE (RR et RG) !

L'existence d'une accélération minimale α_M est plus physique (version relativiste de l'accélération minimale concrète de Milgrom) que celle de l'existence d'un Horizon hyperbolique R_H. qui apparait comme plus mathématique (une courbure abstraite négative globale lobatchevskienne [5]). Il y a un lien direct de l'accélération de Milgrom avec l'équation des géodésiques de la RG[13].

Nous vérifions ainsi que notre solution néo-minkowskienne est cohérente puisque l'émission initiale de lumière (un véritable EFFET UNRUH COSMOLOGIQUE ([9]) est assurée par l'existence de α_M à condition d'avoir une particule chargée (l'électron, § 4 &5, voir aussi les travaux de Pauli [4]). Le Big Bang peut alors s'interpréter dans la théorie néo-minkowskienne comme un un Big Boost (de Lorentz) cosmologique avec émission de radiation.

Remarquons toutefois que l'existence d'un Horizon cosmologique R_H

---

[12]Pour passer immédiatement de $ds^2 = c^2dt^2 - dx^2$ (métrique temporelle) à $x - c^2t^2 = R^2$ (hyperbole spatiale le long de Ox) il suffit d'utiliser les coordonnées hyperboliques $x = R_H \cosh w_h \quad t = \frac{R_H}{c} \sinh w_h \quad \Rightarrow dx = R_H dw_h \sinh w_h \quad dt = \frac{R_H}{c} dw \cosh w_h$ (Varicak, métrique en coordonnées hyperboliques $ds = R_H dw_h$).

[13]Sur la base de l'équation habituelle de la RG sans CC à la limite minkowskienne (ou néo-minkowskienne) tout s'annule $\frac{du^\mu}{d\tau} + \Gamma^\mu_{ij} u^i u^j = \frac{du^\mu}{d\tau} + 0 = 0$. Sur cette base notre univers est donc plat et présente des similitudes avec celui de Tatum ([10]. Mais si on tient compte de la CC et donc de l'accélération minimale seuls les Christoffel Γ^μ_{ij} s'annulent mais $\frac{du^\mu}{d\tau} \neq 0$. Plus précisément radialement $\alpha_M = c^2\sqrt{\frac{\Lambda}{3}}$.On a donc un principe d'inertie néominkowskien avec une courbure globale négative ([5]).

dans le TNM semble incompatible avec l'inflation[14] qui est par contre consubstantielle au VdS $R_H \rightharpoonup 0$).

Mais ce n'est pas tout, nous avons *en temps propre* une équation différentielle des bradyons qui est le correspondant de l'équation différentielle (YP12) des tachyons (6).

$$\dot{k}(t) = H_{\Lambda} k(t) \tag{26}$$

Nous avons donc un véritable principe de correspondance tachyons-bradyons.

3.1 Vitesse de Phase et Vitesse de Groupe (de Broglie)

On peut mettre en évidence une corrélation entre les tachyons et les bradyons (en prenant soin de la correspondance des temps, temps comobile et temps propre, voir annexe 2) :

$$R(t) \longleftrightarrow R_H k(t) \qquad \dot{R}(t) \longleftrightarrow R_H \dot{k}(t) = ck(t) \tag{27}$$

Les deux vitesses ($v_{bradyon} et\ V_{tachyon}$) sont couplées de la manière explicite suivante :

$$V_{tachyon} = c\sqrt{\frac{1 + \frac{v_{bradyon}}{c}}{1 - \frac{v_{bradyon}}{c}}} \tag{28}$$

Au sens de la mécanique ondulatoire de de Broglie, la vitesse supralumineuse apparait comme une vitesse de phase $\frac{c^2}{v}$ (par opposition à une vitesse de groupe infralumineuse). Insistons sur le fait que ce principe de correspondance (qui n'existe pas dans la théorie minkowskienne habituelle) est essentiel si on veut être sûr qu'on a .bien une et une seule solution (1) avec plusieurs angles de vue. Ceci peut paraitre éloigné de la théorie de l'électron de de Broglie sauf si nous parvenions à remplacer de manière naturelle le point galactique par un point électronique (§4 &5).

[14]Étant donné qu'on observe pas une expansion des galaxies elles-mêmes ou des systèmes solaires et des atomes eux-mêmes, on est en droit d'affirmer que l'existence d'un HorizonR_HHyperbolique (§3) est conforme aux observations.

3.2 Redshift néo-Minkowskien, Redshift Gravitationnel et Effet Unruh

Cherchons maintenant l'expression du Redshift ($z = \frac{\triangle\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda_R - \lambda_E}{\lambda_E}$) néo-minkowskien pour le comparer avec le Redshift de Sitter. Rappelons que la formule de la RG, en fonction des deux paramètres cosmologiques standard, $H_\Lambda$et q est $1 + z = \frac{a(t._R)}{a(t_E)}. \backsimeq 1 + \beta_s + (1 + \frac{1}{2}q)\beta_s^2$.($c\beta_s = H_\Lambda r_s$) (Dans les deux cas on a $q = -1$).

La fonction VdS est bien connue ($\beta_s = \beta$) :

$$(1+z)_{Sitter} = e^{\beta_s} = e^{H_\Lambda(t_R - t_E)} \backsimeq 1+\beta_s+\frac{1}{2}\beta_s^2+\frac{1}{6}\beta_s^3+O\left(\beta_s^4\right) \quad \text{(28bis)}$$

La fonction néo-minkowskienne doit être logiquement la facteur Doppler radial (aberration nulle) d'Einstein pour un point matériel (le célèbre *facteur* k de Bondi) :.

$$\begin{aligned}(1+z)_{Minkowski} = k(\beta_s) = e^{w_h} = \frac{\lambda_R}{\lambda_E} = \sqrt{\frac{1+\beta_s}{1-\beta_s}} \\ \backsimeq 1+\beta_s+\frac{1}{2}\beta_s^2+\frac{1}{2}\beta_s^3+O\left(\beta_s^4\right)\end{aligned} \quad \text{(28ter)}$$

Ces deux formules (VGM et VdS) coïncident jusqu'au 2ème ordre. La première expression (de Sitter) est basée sur la vitesse (radiale) habituelle β_s et la seconde (Bondi) sur une vitesse (radiale) hyperbolique w_h (22). Insistons sur le fait que le facteur k de Bondi s'applique maintenant à un point spatial et est directement lié à notre facteur d'éhelle de départ $R(t) \longleftrightarrow R_H k(t)$. Le facteur de Bondi illustre donc ici directement le couplage (le dualisme) bradyon-tachyon (28).

Ainsi nous disposons d'une cinématique et d'une optique de l'expansion (version baryon et version tachyon) mais qu'en est-il de la dynamique ? Comme nous sommes dans le cadre de la RG(1) nous disposons d'un *principe d'équivalence (*Un véritable EFFET UNRUH COSMOLOGIQUE) *qui est manifestement global* puisque nous avons (12) $\alpha_M = H_\Lambda c = \frac{2GM_H}{R_H^2}$.

Qu'est ce qui est globalement équivalent ([9]) ? On peut penser à l''effet Hubble (un effet du champ de vitesse) et l'effet Einstein (un effet gravitationnel du champ des coordonnées) qui sont habituellement radicalement distincts.Nous ne nous prononcerons pas ici sur leur éventuelle équivalence globale (Redshift optique et gravitationnel).

Ce ne sera de toute façon pas suffisant pour construire une dynamique cohérente avec la cinématique développée car nous avons besoin d'un bradyon chargé qui accélère. Or l'émetteur le plus réputé de la physique est l'électron. Le dualisme de de Broglie se manifeste à cet égard au niveau d'une théorie de l'électron et pas d'une théorie gravitationnelle des points galactiques. Si on parvient à intégrer l'électron dans le substratum, on va pouvoir relancer les idées de de Broglie à l'avant-garde de la physique en leur ajoutant un élément gravitationnel (§4 &5).

4 Retour au substratum de de Broglie : L'intégration de l'étranger Électron est-elle possible ?

Le Vide néo-minkowskien (1) ajoute des caractéristiques gravitationnelles (G, $R_{H,}M_H$) aux caractéristiques électromagnétiques habituelles (permittivité perméabilité, impédance...). On peut donc procéder à une nouvelle synthèse électronico-gravifique (une nouvelle approche du champ unitaire einsteinien) pour caractériser ce que de Broglie nomme un "substratum" subquantique (non baryonique, voir §1). Nous pouvons désormais ajouter aux propriétés EM une accélération, une constante de Hubble etc... et la série des "Gc" $\frac{c^2}{G}$,$\frac{c^4}{G}$,$\frac{c^5}{G}$ respectivement : densité linéaire du vide, force du vide, puissance du vide mais il ne s'agit pas vraiment d'une synthèse nouvelle exigée par l'existence d'un nouveau champ scalaire électrogravifique.

On voit mal comment découvrir de nouvelles relations si on ajoute pas certaines constantes EM fondamentales comme par exemple la masse m_e et la charge de l'électron e.

4.1 Inscription de la masse de l'électron dans l'équation de base

Écrivons l'équation frontière de base non simplifié (YP12, sous la forme 8bis) en remplaçant $m_{NB} = m_e$:

$$\frac{1}{2}m_{NB}c^2 - \frac{GM_H m_{NB}}{R_H} = 0 \qquad (YP12) \qquad \Rightarrow \qquad \frac{1}{2}m_e c^2 - \frac{GM_H m_e}{R_H} = 0 \tag{29}$$

Cette candidature d'une micromasse électronique (aussi petite que l'on veut...) semble a priori irrecevable car la masse propre de l'électron semble impliquer $G_{\mu\nu} \neq 0$ (membre de gauche de (0)) et donc une métrique non-minkowskienne. A moins que la masse de l'électron ne soit induite par un champ électrogravifique comme pour l'électron de Poincaré. Cette question sera abordée au dernier paragraphe de notre papier (§5). En attendant contentons-nous de remarquer que si nous pouvons intégrer la micro masse m_e de l'électron (à côté de la macro masse M_H) dans la théorie néo-minkowskienne nous disposerons alors d'une vraie dynamique. Plus précisément d'une électrodynamique gravifique qui s'écrit à l'aide de (11bis) :

$$f_G = m_e \alpha_M = G \frac{M_H m_e}{R_H^2} = m_e G \frac{M_H}{R_H^2} \qquad (29bis)$$

Ceci nous ramène à le question du substratum de de Broglie qui a été mis entre parenthèse dans les deux paragraphes précédents. Notre problème principal est que notre modèle repose sur l'émission de lumière et que nous ne disposons pas (encore) d'un émetteur chargé. L'objection selon laquelle on ne peut pas mettre la masse $m_{NB} = m_e$ d'un électron à vitesse infralumineuse dans une équation (5) interprétée au départ pour des vitesses supralumineuses doit être rejetée puisque nous avons démontré qu'il y avait un principe de correspondance (de Broglie) entre les deux vitesses (ondulatoire tachyonique de phase et particulaire baryonique de groupe).

4.2 Inscription de la charge de l'électron ("Electron Cosmologique" ou "Particule Cosmologique de Planck")

Dans la théorie minkowskienne habituelle cette charge est un étranger (dixit Einstein le quantum e de charge). On suggère donc d'intégrer cet étranger dans la théorie néo-minkowskienne (unités Gauss cgs) :

$$\frac{e^2}{m_e c^2} = r_e = 2.8289 \times 10^{-13} cm \qquad (30)$$

en l'introduisant dans notre relation basique $YP12$ (5 et 8 et 8bis, 29) :

$$\frac{1}{2}\frac{e^2}{r_e} - \frac{GM_H m_e}{R_H} = 0 \qquad \frac{1}{2} m_e c^2 - \frac{GM_H m_e}{R_H} = 0 \qquad (30bis)$$

où la micro masse de l'électron est induite par la charge e et une certaine micro longueur fondamentale r_e (à côté de la macro longueur R_H). Nous montrerons qu'il s'agit en vérité d'une longueur d'onde (43, §5). La nouvelle synthèse électrogravifique (microscopique-macroscopique) de notre ELECTRON COSMOLOGIQUE ne pourra se faire que sous la présidence de c (la vitesse de la lumière) :

$$c^2 = \frac{2GM_H}{R_H} = \frac{e^2}{m_e r_e} \tag{31}$$

YP12 (5 et 8) suggère qu'il existe un lien électrogravifique entre "l'infiniment grand" (M_H et R_H) et "l'infiniment petit" (m_e et r_e). Elle place aussi la charge dans un contexte gravitationnel (30bis) qui fait penser à la pression de Poincaré, §5). Notre guide pour déterminer les constantes caractéristiques du substratum néo-minkowskien est l'équation (31). Voyons la synthèse électrogravifique du champ scalaire au niveau des forces.

Aux deux forces habituelles

$$f_e = \frac{e^2}{r_e^2} \quad et \;\; f_G = \frac{Gm_e^2}{r_e^2} \qquad (31bis)$$

avec le rapport de force

$$\frac{f_e}{f_G} = \frac{e^2}{Gm_e^2} = \alpha_{Ge} \approx 4.1604 \times 10^{42} \tag{32}$$

il s'en ajoute désormais une troisième (10 et 31) ($F_G = \frac{c^4}{G}$), qui est de même nature gravitationnelle que f_G (unités Gauss cgs) :

$$\begin{aligned} \frac{2F_G}{f_e} = \frac{\frac{c^4}{G}}{\frac{e^2}{r_e^2}} = \frac{r_e^2 c^4}{Ge^2} &= \frac{(2.99792 \times 10^{10})^4}{6.67 \times 10^{-8}} \frac{(2.8289 \times 10^{-13})^2}{(4.803 \times 10^{-10})^2} \\ &= \frac{e^2}{Gm_e^2} = 4.2011 \times 10^{42} = \alpha_{Ge} \end{aligned} \tag{33}$$

Nous avons désormais 3 forces (F_G, f_e, f_G) où $f_e$se trouve bien encadrée (recadrée) de manière symétrique (α_{Ge}) avec les deux autres $f_e^2 = 2F_G f_G$, $\frac{2F_G}{f_e} = \frac{f_e}{f_G} = \alpha$, $\frac{2F_G}{f_G} = \alpha_{Ge}^2$. Cette synthèse locale-globale implique donc que α_{Ge}, dont le statut précédent est purement anecdotique, devient une constante universelle du *champ scalaire électrogravifique* (en résonance avec la théorie einsteinienne du champ unitaire purement classique). Signalons aussi que nous n'avons pas besoin d'une cinquième force mystérieuse d'origine inconnue pour justifier l'énergie sombre mais seulement un couplage inédit ("infiniment" grand et "infiniment" petit) de la force électrique avec la force gravitationnelle.

$$f_e = \frac{e^2}{r_e^2} = \frac{m_e c^2}{r_e} = \frac{2GM_H m_e}{R_H r_e}$$

Nous avons ainsi une lecture gravitationnelle tout-à-fait inédite de la force électrostatique comme densité linéaire d'énergie (ou comme densité linéaire de masse).

La synthèse électrogravifique entre un champ tensoriel de gravitation et un champ vectoriel EM est donc tout naturellement un champ scalaire.

Nous avons aussi grâce à (11bis) une formule remarquable :

$$f_G = m_e \alpha_M = m_e 2G \frac{M_H}{R_H^2} \qquad \alpha_m = G \frac{m_e}{r_e^2} \tag{34}$$

L'accélération (minimale) électronique $\alpha_m = G\frac{m_e}{r_e^2}$ esr proche mais non-confondue avec l'accélération (minimale) cosmologique α_M : ($\frac{\alpha_M}{\alpha_m} \approx$ 85) selon les données dont nous disposons.

Il est clair que ce modèle de *l'électron cosmologique* entre maintenant en RIVALITE directe avec le modèle dominant de la *particule cosmologique de Planck*. Il ne s'agit pas simplement des unités de Stoney (reliées aux e^2/c unités de Plank h par la constante de structure fine $\frac{hc}{e^2} \approx 137$, ...) car nous introduisons la masse de l'électron m_e et une longueur fondamentale $r_e = \lambda_P$ (30 ou 43) (qui n'est pas du tout la longueur de Planck). On sait que le modèle dominant pour l'évaluation quantique de la densité du vide cosmologique aboutit à une divergence de l'ordre de 10 puissance 120 au niveau de la densité du vide. Ce n'est d'ailleurs pas étonnant puisqu'il s'agit d'une extrapolation baryonique abusive à un substratum qui est fondamentalement non-baryonique (confusion ente le niveau 2 et 3 selon de Broglie (§1-2)).

Nous suggérons de regarder l'électron cosmologique au niveau des densités du vide non-baryonique néominkowskien :

$$\rho = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G} \qquad w_E = \frac{1}{8\pi}\frac{e^2}{r_e^4 c^2} \qquad w_G = \frac{G}{8\pi}\frac{m_e^2}{r_e^4 c^2} \tag{35}$$

On peut donc naturellement définir 3 densités (ρ, w_e, w_G) : la première (le VGM) est liée au tachyon (1), la seconde w_Eà i'Electron-bradyon (c'est la pression dite de Poincaré, §5). Quant à la troisième w_G, elle constitue une énorme surprise ! Logiquement, si les trois niveaux correspondent au trio habituel cher à Feinberg (note 3), elle devrait concerner le photon (voir annexe1). Remarquons que nous avons une variation en $1/r_e^4$ et donc la cohérence avec l'absence de baryons $1/r^3$ est assurée.

Par simple curiosité voyons ce que cela donne numériquement avec notre théorie. On a alors :

$$w_G = \frac{G}{8\pi}\frac{m_e^2}{r_e^4 c^2} \simeq 4.10^{-34} g/cm^3 \qquad (35bis)$$

ce qui correspond à la densité CBR observée (à 2,6 K avec la constante de Stefan-Boltzmann). Ce qui suggère que la constante$h$ (et k) est cachée dans notre théorie. Effectuons le rapport des densités :

$$\frac{\rho}{w_G} = \frac{8.6412 \times 10^{-30}}{4.5908 \times 10^{-34}} \approx 18823 \qquad (35ter)$$

Ce qui correspond bien à la valeur généralement retenue du rapport (inverse)

$$\Omega_{cbr} = 5,3810^{-5} \qquad (35quater)$$

.Mieux encore si on simplifie l'expression du rapport $\frac{\rho}{w_G}$ avec (34) :

$$\frac{\rho_\Lambda}{w_G} == 3(\frac{\alpha_M}{\alpha_m})^2 = 3\epsilon^2 \approx 19200 \qquad (34bis)$$

Cela se présente donc bien. Mais il faut montrer maintenant comment on peut vraiment intégrer la masse leptonique de l'électron (et sa longueur d'onde §5-2) dans la théorie sans contradiction avec $G_{\mu\nu} = 0$. Il reste à prouver que le vrai vide quantique est bien le vide subquantique ondulatoire de Poincaré- de Broglie (§5).

4.3 Fluide Parfait Minkowskien sans électron et Fluide Parfait néo-Minkowskien avec électron

Nous savons désormais comment écrire la MM à l'extérieur (9), sur (16) et à l'intérieur (20) de la nouvelle frontière. Mais nous ne savons pas comment écrire l'équation du fluide parfait (1) à l'intérieur de (et sur) la frontière.

4.3.1 Fluide standard du Rayonnement Electromagnétique

Rappelons que la cosmologie distingue 3 types de fluide : la poussière ou matière incohérente ($p = 0$), l'énergie sombre $p + \rho = 0$ et le rayonnement électromagnétique (em) $p_{em} = \frac{1}{3}w_{em}$. Plus précisément ce dernier concerne la radiation EM et se rapporte à la période radiative de l'Univers. Il existe d'autres fluides, comme par exemple le gaz électronique chaud ultrarelativiste $p_{UR} \approx \frac{1}{3}w_{UR}$, mais qui (à notre connaissance) ne sont pas pris en considération par les cosmologistes.

Comme la frontière du TNM est définie par la vitesse de la lumière, on voit mal comment retenir une autre candidature que celle du rayonnement EM. Avec la densité et la pression EM familières $p_{em} = \frac{1}{3}w_{em}$ (qui ne sont pas des constantes comme dans 35) :

$$T^{EM}_{\mu\nu} = \frac{4}{3}w_{em}u_\mu u_\nu - \frac{1}{3}w_{em}\eta_{\mu\nu} \qquad p_{em} = \frac{1}{3}w_{em} \tag{36}$$

Rappelons aussi à ce propos l'application cosmologique la plus célèbre est le "Rayonnement noir dans une Sphère en Expansion isentropique". Une analyse thermodynamique basée sur l'équation (1bis) montre que la densité w_{em}varie comme $\frac{1}{r^4}$ avec nos notations du §3. Avec la loi de Stefan-Boltzmann on trouve que la température T varie comme $\frac{1}{r}$. Ce résultat standard est donc pas incompatible avec notre théorie néo-minkowskienne qui prévoit précisément l'émission sur la frontière en $t = 0$ d'un rayonnement noir en équilibre thermodynamique. Bien entendu nous avons un horizon universel R_H qui laisse penser que nous pourrions avoir une Température universelle constante (35bis). Retenons cependant le point essentiel : il n'y a pas le moindre électron (avec sa charge et sa masse) dans ce qui précède (ni d'ailleurs dans le rayonnement noir où il y a h mais pas $\frac{e^2}{c}$). Jusqu'à présent on ne signale aucune différence entre les formules du rayonnement noir et celle du corps noir : tout se passe comme si les électrons n'existaient pas (voir annexe 1).

4.3.2 Fluide Parfait néo-Minkowskien électronico-photonique et Masse cachée de l'électron

Nous avons aussi avec (36) un nouvel argument pour introduire un électron émetteur dans la théorie. En effet il est interdit d'introduire $u_1 = c$ (composante spatiale) pour traduire la propagation de la lumière, Par contre si on admet que la lumière est émise par un électron $u_1 < c$ cela s'arrange parfaitement puisqu'il suffit de considérer un système propre de $u_1 = 0$ $u_0 = c$.(composante temporelle). Voyons cela en détail :

$$T_{\mu\nu}^{EM} = \begin{pmatrix} \rho_{em} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{em} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{em} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{em} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{4}{3}\, w_{em} & 0\,0\,0 \\ 0 & 0\,0\,0 \\ 0 & 0\,0\,0 \\ 0 & 0\,0\,0 \end{pmatrix} - \frac{1}{3} w_{em} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \tag{36bis}$$

Il y a donc un bradyon caché qui permet d'écrire le premier tenseur dans le membre de droite avec un seul élément non-nul $u_0^2 = c^2$ (voir note 1). Le tenseur EM de base, comme il se doit, a une trace nulle. Quant au troisième tenseur, il n'est pas EM (trace non-nulle) et il ressemble étrangement à (1-10).

Le couplage électron-photon ($u_1 = 0$, $u_0 = c$), et plus précisément l'émission d'un photon par un bradyon, est consubstantiel au fluide parfait. Nous voyons ainsi notre hypothèse d'émission fondamentale de lumière considérablement renforcée. Mais ce n'est pas tout : L'électron lui même avec sa masse au repos est donc caché dans le fluide (36) sous la forme d'une densité (pression) constante universelle (35) du substratum électrogravifique de de Broglie. On pourrait alors respecter la contrainte néo-minkowskienne impérative $G_{\mu\nu} = 0$ (1er membre de 0) car la masse électronique non-baryonique serait inscrite dans le second membre de 1 (0) sous la forme d'une pression constante (densité constante). Nous avons à cet égard un guide (35) des pressions compatibles avec (1-5-8). Il y a une double candidature ($p_e = \frac{1}{3} w_e$.) et .($p_G = \frac{1}{3} w_G$). La justification rigoureuse du choix s'annonce difficile. Nous voulons cependant rassurer le lecteur CAR LE TRAVAIL EST DÉJÀ ACCOMPLI ! (Poincaré 1905, [3]).

5 Électron de Poincaré et Onde de de Broglie

5.1 L'électron (ultrarelativiste) à masse induite par le champ électrogravifique de Poincaré

Poincaré montre en 1905 [3] que pour définir l'électron à partir du champ EM qu'il émet, il faut prendre en compte une étrange pression $Non - EM$ et (probablement) d'origine gravitationnelle. Ceci est resté (on s'en doute) une impasse puisqu'une telle pression gravitationnelle, dans le cadre de la RR, entièrement basée sur la Transformation de Lorentz (TL), est évidement impensable du point de vue dominant einsteinien.

Cette tentative d'intégration de l'électron avec la TL repose sur le constat que l'impulsion et l'énergie de l'électron purement EM ne se transforment pas comme les composantes d'un quadrivecteur : il y a des (facteurs 1/3, 4/3 parasites dans le tenseur d'énergie impulsion. La pression gravitationnelle permet de corriger ces tiers parasites pour que l'énergie et l'impulsion forment un quadrivecteur qui se transforme de manière relativiste. La déduction de Poincaré n'est pas fondée sur l'équation du fluide minkowskien parfait (qui semble avoir été formulée par von Laue après la mort de Poincaré).

La déduction de Poincaré (reconstituée avec le substratum) consiste tout d'abord à changer de membre le terme $p_{em}\eta_{\mu\nu}$ tenseur dont la trace est non-nulle et donc selon Poincaré $non - EM$. Écrivons en détails :

$$T_{\mu\nu} + p_{em}\eta_{\mu\nu} = (p_{em} + w)u_\mu u_\nu = \frac{4}{3}wu_\mu u_\nu \tag{37}$$

On obtient ainsi dans le second membre ce qu'on peut appeler l'électron théorique de Poincaré :

$$CHAMP - EM \quad + \quad PRESSIONNON - EM \quad = \quad ELECTRON$$

dont la masse ; définie à partir de sa densité désormais fixée $w_{em} = w_E$ (35)

$$T + \frac{1}{3}w_E\eta_{\mu\nu} = \frac{4}{3}w_E u_\mu u_\nu \qquad (37bis)$$

doit coïncider avec sa masse expérimentale$m_{exp} = m_e(p_E = \frac{1}{3}w_E)$:

$$\begin{pmatrix} w_E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{3}w_E & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3}w_E & 0 \\ 0 & 0 & 0m & \frac{1}{3}w_E \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{3}w_E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{3}w_E & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{3}w_E & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{3}w_E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{4}{3}\ w_E\, 0\, 0\, 0 \\ 0 \quad 0\, 0\, 0 \\ 0 \quad 0\, 0\, 0 \\ 0 \quad 0\, 0\, 0 \end{pmatrix} \tag{38}$$

Il suffit alors de multiplier par un volume constant (en r_e^3, densité fixée aussi en $\frac{e^2}{r_e}\frac{1}{r_{e^3}} = \frac{e^2}{r_{e^4}}$(ou une pression en $\frac{e^2}{r_{e^2}}\frac{1}{r_{e^2}} = \frac{e^2}{r_{e^4}}$) afin qu'elle coïncide avec la masse expérimentale m_{exp}de l'électron (31). On voit du même coup le rapport avec la gravitation en se référant à (30bis) $c^2 = \frac{2GM_H}{R_H} = \frac{e^2}{m_e r_e}$. Langevin écrit pour la densité (pression) de Poincaré (35) :

$$w_E = \frac{1}{8\pi}\frac{e^2}{r_e^4 c^2} = \frac{1}{8\pi}\frac{m_e^4 c^6}{e^6} \tag{39}$$

La masse de l'électron est induite par l'immense réservoir d'énergie (le substratum) de de Broglie.

Signalons que les rares physiciens (Langevin, von Laue, Born) qui se sont intéressés à la pression de Poincaré (soi-disant dépassée par la théorie quantique[15]) l'ont interprété comme une pression statique négative (anti électrostatique) sans aucune perspective dynamique sous-jacente à la définition révolutionnaire de la masse de l'électron dans le second membre de (1). Et pour cause, il fallait passer par la RG qui n'existait pas encore ! Même après 1916 aucun physicien n'imaginait de passer par la RG pour pouvoir définir une pression négative dans l'électron qui selon Poincaré (1905) avait pourtant une origine gravitationnelle probable. Il exprime même qu'elle est proportionnelle à la quatrième puissance de la masse expérimentale de l'électron (39).

Poincaré était donc clairement sur la piste du champ électro-gravifique relativiste que nous poursuivons aujourd'hui.

La définition de Poincaré de la masse de l'électron permet non seulement de respecter la contrainte $G_{\mu\nu} = 0$ du point de vue de la RG mais aussi de de l'intégrer concrétement dans la DRR (double RR, voir §3), autrement dit de remplacer le point galactique (voir annexe 2). La pression de Poincaré correspond bien avec la MM temporelle (20) :

$$P_{\mu\nu}^{Poincaré} = p_E \eta_{\mu\nu} = \frac{1}{3} w_E \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \tag{40}$$

C'EST LA SOLUTION RECHERCHÉE (à comparer avec 1-10) qui permet d'établir un lien entre la cinématique du point galactique et la dy-

[15]En résumé, comme l'électron purement EM ne peut pas se mettre sous la forme d'un quadrivecteur (dont les composantes énergie et impulsion se transforment par de manière relativiste). On passe alors directement le plus souvent à l'électron quantique. L'électron sous la pression de Poincaré apparaît au mieux comme un substitut néoclassique sans perspective au passage (au quantique). En fait ce passage se fait sous la présidence de la théorie ondulatoire car la théorie de Poincaré n'est pas une théorie rétrograde néoclassique mais une théorie d'avant-garde ondulatoire au sens de de Broglie. Cette nouvelle alliance de Broglie-Poincaré implicite va encore renforcer l'alliance explicite de de Broglie avec Einstein (pas seulement ses quanta mais aussi ses complexes de lumière, voir annexe1).

namique de l'électron (F_G et f_G). La synthèse est donc la Mécanique Ondulatoire de de Broglie où l'électron possède une vitesse de groupe (bradyonique) associée à une vitesse de phase (tachyonique).

Nous avons démontré en passant par la RG ($G_{\mu\nu} = 0$) que la pression $non - EM$ de Poincaré doit être gravitationnelle. On peut même mettre en évidence une répartition de la masse :

$$\frac{4}{3}\, m_{em}c^2 = m_{exp}c^2 \Longrightarrow m_{em} = \frac{3m_{exp}}{4} \tag{41}$$

La répartition $3/4, 1/4)$constitue un clin d'œil au fait que le champ scalaire électro-gravifique M_H et $m_{exp} = m_e$ sont liés (répartition sans doute inversée, cette question de la Rotation (MCU) des galaxies (matière obscure) ne sera pas examinée dans cette étude car elle est liée à la Rotation de Thomas[16])

Rappelons qu'il y a 3 niveaux de forces (F_G, f_e, f_G). Or nous avons seulement 2 pressions (2 densités) à savoir ρet w_E(35bis). Il en manque une w_G (voir annexe1, structure fine).

Remarquons enfin que l'électron de Poincaré est ULTRA RELATIVISTE $p_{em} \approx \frac{1}{3}w_{em}$(on néglige l'énergie m_0c^2 au repos) au sens d'une égalité stricte $p_E = \frac{1}{3}w_E$ explicite dans l'équation du substratum (33) *aussi bien pour l'électron que pour le photon.* Ceci implique immédiatement :

$$E - Pc = 0 \tag{42}$$

aussi bien pour le photon que pour l'électron 5si w_E concerne l'électron, alors w_G concerne le photon (voir annexe 1). . Il s'agit d'un principe fondamental de la méthode de Poincaré : électron et photon sont logés à la même enseigne : dans les deux cas on a un quadrivecteur d'onde du GENRE LUMIERE : tout se passe comme si la masse baryonique habituelle n'existait pas ($m_0 = 0$) dans le deuxième membre de (42). Comment est-ce possible ? C'est ce que nous allons voir.

5.2 Trou dans l'éther de Poincaré et longueur d'onde de l'électron de de Broglie

Il nous faut maintenant moderniser le travail de Poincaré pour montrer que ce n'est pas une théorie néoclassique dévalorisée par rapport

[16]Il est évident que si nous avons pu remplacer le point galactique par l'électron, la rotation de l'électron (voir Pauli, facteur de correction 1/2 dans le spin de l'électron) va pouvoir être remplacée par la rotation des galaxies

au "tout quantique" mais une théorie ondulatoire révolutionnaire qui préside au destin des quanta (2ème niveau). L'électron ondulatoire de de Broglie constitue en quelque sorte, pour paraphraser un ouvrage célèbre, le "Cantique des quantiques".

La terminologie "rayon classique" de l'électron (30) ($\frac{e^2}{m_e c^2} = r_e$) dans le cas de l'électron ultrarelativiste de Poincaré (§5-1) est pour le moins inadaptée. En effet, Poincaré propose précisément de définir l'électron par le champ qui l'entoure (un *"Trou dans l'éther"* écrivait Poincaré, modernisé en *"singularité du champ"*). Ce qui on l'admettra aisément a plutôt un parfum quantique (relativiste, singularité dans le champ).. Au fait un parfum quantique au sens de Dirac-Feynman ou ondulatoire au sens de de Broglie ? C'est ce que nous proposons d'examiner maintenant.

La notion de rayon du Trou dans l'éther de Poincaré évoque directement la diffraction et donc à la longueur d'onde de l'électron ondulatoire diffracté de de Broglie. Procédons donc à une métamorphose conceptuelle

Supposons que la longueur concernée soit la longueur d'onde de l'électron au sens de de Broglie

$$r_e = \lambda_P = \frac{e^2/c}{m_e c} = \frac{e^2/c}{P} \tag{43}$$

Nous avons associé à une longueur d'onde λ_P (Poincaré) une impulsion comme il se doit dans la théorie de de Broglie. On voit ainsi que la masse m_e est bien présente mais pas là ou on l'attendait. Poursuivons en associant une fréquence à l'énergie $E = (e^2/c)\nu_P = m_e c^2$. On a ainsi associé une ONDE à l'électron de Poincaré. On constate ainsi que l'interprétation physique est métamorphosée, il ne s'agit plus seulement d'un rayon classique d'une sphère mais aussi D'UNE LONGUEUR D'ONDE λ_P ASSOCIÉE A UNE IMPULSION P :

$$\lambda_P = \frac{e^2/c}{P} \qquad E = (e^2/c)\nu_P \qquad (43bis)$$

On a donc $E - Pc = 0$ (42). On a ainsi défini un 4-vecteur d'onde du genre lumière (norme nulle) avec $m_0 = 0$ aussi bien pour le photon que pour l'électron.

Désormais on peut associer l'impulsion[17]. de l'électron à une vibration qui par nature peut se déplacer à la vitesse de la lumière (voir le Licht Quantum und le LichKomplex d'Einstein en annexe 1).

[17]Ce n'est pas l'énergie $m_e c^2$ qui pose problème mais le fait de lui associer une une pseudo-impulsion $m_e c$ d'une masse qui voyage a la vitesse de la lumière ! Rappelons

Il suffit alors d'écrire les formules de de Broglie[18] :

$$\lambda_{dB} = \frac{h}{P} \qquad E = h\nu_{dB} \tag{44}$$

Ce lien électron-photon (43-44) est donné par la constante de structure fine $\frac{hc}{e^2} \approx 137, ...$:

$$\frac{\lambda_{dB}}{\lambda_P} = \frac{hc}{e^2} \tag{45}$$

qui n'est plus ici seulement une question d'ordre de grandeur car elle constitue la preuve que le substratum ondulatoire subquantique de "de Broglie-Poincaré" (la nouvelle alliance[19]. ?) PRÉSIDE bien au destin des quanta (la longueur atomique de Bohr est obtenue avec $(\frac{hc}{e^2})^2$). Le substratum ondulatoire est donc bien le "Cantique des quantiques" qui fait disparaître l'erreur de 10 puissance 120 (voir évaluation numérique, 35).

5.3 Fonction d'onde relativiste subquantique du photon ; le chainon manquant de de Broglie

Enfin la mise en parallèle de la vitesse et des coordonnées $\Phi(v), \Psi(x, y, z, t)$ pourrait être cruciale pour un développement du Vide subquantique de Louis de Broglie.

à cet égard qu'il a fallu attendre 17i ans pour que l'on reconnaisse aux quanta de lumière d'Einstein (1905) une impulsion (1922). Il est bien connu que le dualisme onde-particule d'Einstein pour le photon est la principale source d'inspiration du même dualisme de de Broglie pour l'électron (voir aussi la structure fine de la RR, annexe 1 où on montre que c'est l'impulsion mc qui est l'enjeu des LichtKomplex du jeune Einstein).

[18] Les quanta de lumière s'invitent naturellement par l'intermédiaire du spectre continu du corps noir (photons et électrons). Le fluide néo-minkowskien parfait est une sorte de mixture électronico-photonique en équilibre thermodynamique.

[19] En résumé, comme l'électron purement EM ne peut pas se mettre sous la forme d'un quadrivecteur (dont les composantes énergie et impulsion se transforment par de manière relativiste). On passe alors directement le plus souvent à l'électron quantique. L'électron sous la pression de Poincaré apparaît au mieux comme un substitut néoclassique sans perspective au passage (au quantique). En fait ce passage se fait sous la présidence de la théorie ondulatoire car la théorie de Poincaré n'est pas une théorie rétrograde néoclassique mais une théorie d'avant-garde ondulatoire au sens de de Broglie. Cette nouvelle alliance de Broglie-Poincaré implicite va encore renforcer l'alliance explicite de de Broglie avec Einstein (pas seulement ses quanta mais aussi ses complexes de lumière, voir annexe1).

Nous voulons rappeler que la démonstration d'égalité à l'Unité N($\Phi(v) = 1$) était contestée par Fock[20] et Tonnelat.

$$r^2 - c^2t^2 = \Phi^2(v)(r'^2 - c^2t'^2) \tag{46}$$

Ils argumentaient que la fonction d'échelle ne devait pas dépendre de la vitesse $\Phi(v)$ mais des coordonnées $\Psi(x, y, z, t)$ ou$\Psi(r, t)$ (une fonction d'évènement écrivait Tonnelat). Ils n'ont pas vraiment convaincu. Poincaré considère aussi que le fonction d'échelle doit dépendre de la vitesse. Dans la théorie néo-minkowskienne (DRR), qui est la seule solution de la RG fondée sur une transformation *linéaire* des coordonnées (TL), il faut que les deux soient vraies ! Et cela d'autant plus qu'avec la RG le centre d'intérêt est déplace sur la métrique

$$dr^2 - c^2dt^2 = \Psi^2(r, t)(dr'^2 - c^2dt'^2) \qquad (45bis)$$

On obtient ainsi une sorte de fonction d'onde $\Psi(x, y, z, t)$ (normalisée à l'unité par intégration) exactement telle que de Broglie l'aurait souhaité autrement dit complètement relativiste. Elle constitue manifestement un chainon manquant entre la mécanique ondulatoire de de Broglie (relativiste) et la mécanique quantique de Schrödinger (non-relativiste). C'est la "fonction d'onde du photon" (qui manque toujours à l'appel justement car le photon n'a pas de masse) . Nous montrons en annexe1 que si le photon minkowskien n'est associé à aucune masse particulière, ce n'est pas le cas du photon néo-minkowskien qui comme l'électron est défini par une densité et une pression (la 3ème dans (35)). inversement proportionnelles à la quatrième puissance de la longueur d'onde de Poincaré :

$$w_G = \frac{G}{8\pi}\frac{m_e^2}{\lambda_P^4 c^2} \tag{47}$$

(voir annexe 1, masse non-strictement nulle du photon néo-minkowskien ou du LichtKomplex)

[20] La discussion concerne les fronts d'onde globaux (voire page 342) ! Selon Fock (et Tonnelat), cette fonction doit être une fonction des coordonnées du x,y,z,t) car elle traduit en fait directement un principe (quantique) d'identité des unités de mesure . Selon Fock la démonstration d'Einstein n'est pas cohérente). La critique par Fock est particulièrement instructive (voir la "*Structure Fine de la RR*" page 342-343 ([7].

6 Conclusions : de la solution néo-Minkowskienne de la RG à l'Electron Ondulatoire de Poincaré-de Broglie

Renversons l'ordre des opérations. Considérons un trou noir au sens de Laplace. Si on veut rendre sa formule relativiste, la seule manière de faire est de constater que seuls les tachyons s'échappent. Mais ils doivent donc s'échapper d'un champ de gravitation et il n'y en a pas dans la RR. Nous avons fait remarquer qu'il existait une autre RR avec un champ de gravitation, une double RR comme l'appellent les anglo-saxons (DSR). Cette cinématique hyperbolique à 2 invariants (vitesse maximale et accélération minimale) est bien adaptée à l'expansion des galaxies. L'existence d'une accélération minimale revient à définir une constante de Hubble et (une proportionnalité vitesse-position), un Big Boost lent dans la TL ainsi qu'une émission de rayonnement (en équilibre thermodynamique). En cherchant à quel champ de gravitation correspondant le $MRUA$ de la RR dans la RG, Pauli a ouvert un chemin que nous avons suivi (annexe 2).

Nous avons prouvé que cette cinématique galactique résulte en dernier ressort de l'introduction de la MM dans l'équation de base de la RG A CONDITION D'Y METTRE LA CONSTANTE COSMOLOGIQUE. L'application de la solution à la cosmologie rend compte des deux observations les plus sures de la cosmologie à savoir l'expansion (accélérée) de l'Univers et l'émission d'un rayonnement du type Corps Noir à l'Origine de l'Univers (1). Par contre il semble que l'inflation soit difficilement compatible avec notre solution.

Ceci était l'état de notre travail *("CC et Trou Noir néo-minkowskien"*, §1, 2, 3) il y a environ six mois lorsque Gilles Cohen-Tannoudji nous a transmis le texte de de Broglie sur le substratum subquantique (non-baryonique). Nous avons alors pris conscience qu'il était nécessaire de le compléter notamment sur la question de savoir si la solution néo-minkowskienne était purement classique. Le titre est alors devenu *("CC, Trou Noir néo-minkowskien et substratum de de Broglie").*

Il existe en effet clairement une application de notre solution néo-minkowskienne qui n'est pas directement cosmologique. On peut présenter ce papier, non pas en cherchant la limite néo-minkowskienne mais en recherchant à quel fluide (substratum) correspond la condition $G_{\mu\nu} = 0$ dans la même équation de la RG avec CC. On déduit alors sur la base du travail sur l'électron de Poincaré, que c'est une théorie plus étendue que la RR qui intègre l'électron alors qu'il était un étranger dans la théorie habituelle. Nous prouvons alors que la masse électronique (de Poincaré) est induit par le substratum universel (de de Broglie).

La dynamique de l'électron ondulatoire (microscopique) de Poincaré-de Broglie (une nouvelle alliance) complète harmonieusement la cinématique galactique (macroscopique). En fait notre théorie néo-minkowskienne est ouverte aussi bien à l'électron qu'à l'Univers entier.

Notre approche permet de traiter les entités sombres (voire obscurantistes) comme de purs effets relativistes (néo-minkowskiens). Nul besoin d'introduire une cinquième force mystérieuse mais seulement un nouveau champ scalaire électro-gravifique (le substratum subquantique) néo-minkowskien dans lequel l'électron (cosmologique) est parfaitement intégré.

On peut alors alors évaluer correctement la densité du vrai vide (sub)quantique (éliminer la divergence de 10 puissance 120, voir évaluation numérique, 35) en se basant sur le substratum (subquantique) ondulatoire de (Poincaré-) de Broglie.

Non seulement l'électron de Poincaré est intégré dans la solution néo-minkowskienne mais aussi le photon à masse non-strictement nulle de de Broglie (annexe 1). Ce dernier qui appréciait tant le Licht Quantum du jeune Einstein (mars 1905) autait été ravi d'apprendre que son photon à masse non-nulle trouvait son origine dans les LichtKomplex (juin 1905) du jieune Einstein (annexe 1).

La présente étude est un plaidoyer pour la lecture des textes originaux des auteurs non seulement pour l'histoire de la physique mais aussi pour la physique elle-même.

7 Annexe 1 LichtKomplex d'Einstein et la masse non nulle du photon de de Broglie

Dans la "structure fine" de la RR [7], par delà la polémique des priorités (Einstein et Poincaré, 1905) ; nous avions établi qu'il n'y avait pas une théorie mais 2 théories de la RR, très proches mais néanmoins distinctes, une "structure fine".

7.1 La "Structure fine" de la RR

Nous avions recensé des irréductibles contrastes dialectiques. Il y avait notamment chez Poincaré deux bizarreries à savoir l'existence d'une pression gravitationnelle sur l'électron et les ellipsoïdes lumineux allongés (traduisant une vitesse relative par rapport à l'éther [**?**]). Chez Einstein la principale bizarrerie était ses "complexes de lumière"[21]. Nous avions aussi démontré que la dissipation de l'éther chez Einstein (juin 1905) était directement liée à sa conception des gaz de quanta de lumière (mars 1905). Poincaré s'en tenait à une conception purement ondulatoire de la lumière (et donc un éther électrogravifique relativiste). Il est bien connu qu'Einstein a réhabilité la notion d'éther (1921) pour la *RG*. Or notre éther néo-minkowskien résulte de la *RG*. On a donc réconcilié Poincaré et Einstein à propos de l'éther (le substratum).

7.2 La Structure Fine (constante) dans la RR (réunifiée)

Est-ce dès lors la fin de la "structure fine". Non! On doit seulement enlever les guillemets car la synthèse Poincaré-Einstein, et plus précisément l'électron de Poincaré ($\frac{e^2}{c}$) et le photon d'Einstein (h), est la racine profonde de la théorie néo minkowskienne. La constante principale de la théorie réunifiée de la *RR* doit donc être la constante de structure fine sous ses deux formes la version Sommerfeld $\frac{hc}{e^2} \approx 137, ...$ et la version Einstein le facteur $900 = 2\pi.137$. Nous avions signalé que ce facteur 900 correspondait à notre vitesse par rapport au nouvel éther (corps noir) à savoir 360 km/s mais nous n'avons pas de preuve et c'est peut-être une coïncidence. Nous savons désormais que la réunification passe par la *RG* (limite néo-minkowskienne).

7.3 Sphères Électroniques de Poincaré (v<c) et Sphères Lumineuses d'Einstein (v=c)

Une approche plus rigoureuse repose sur le constat qu'il existe encore une synthèse à réaliser entre les 2 *RR* très proches.

En effet il existe un traitement matérialiste de la *TL* dialectiquement contrasté entre l'électron de Poincaré et le photon d'Einstein.

Poincaré considérait (§1, juin 1905) la *TL* d'une sphère accompagnant l'électron (ponctuel!) tandis qu'Einstein considérait (§8, juin 1905) la *TL* d'une sphère accompagnant le photon. Il appelle cette sphère

[21]Les complexes de lumière (LichtKomplex) introduits par Einstein dans son papier sur la relativité 3 mois après les quanta de lumière. Ce sont des volumes sphériques caractérisés par une densité sphérique d'ondes planes. Ces complexes du jeune Einstein étaient considérés comme de véritables "horreurs ou abominations" par Lorentz, Planck et la plupart des physiciens. Et cela même après 1922 (Prix Nobel à Einstein pour les quanta de lumière avec impulsion, autrement dit les photons).

"complexe de lumière" (LichtKomplex) dont l'énergie interne se transforme comme la fréquence (formules Doppler relativistes, absentes chez Poincaré).

Ils utilisent la même TL du volume mais Poincaré utilise la densité de charge (pour montrer l'invariance de la charge e et de fait e^2/c) tandis qu'Einstein utilise la densité sphérique d'ondes planes, (SIC) et de fait montre l'invariance de h. En résumé la sphère (complexe de lumière) d'Einstein est la sphère électronique de Poincaré AVEC $v = c$! Einstein ne traite pas d'un front d'onde (comme Poincaré) mais d'une sphère photonique caractérisée par une densité de matière. On comprend dès la lors qu'ils ont été (voir note 20) rejetés par la communauté des physiciens (note 21) car ils présupposent (semble-t-il) qu'une certaine quantité de matière voyage à la vitesse de la lumière.

Einstein les a éliminés dans toutes ses présentations ultérieures de la RR. Ils ont donc été éjectés aussi bien de l'Histoire que de la Physique (même après 1922, prix Nobel d'Einstein pour le photon). Attention le jeune Einstein ne commet pas la bévue du débutant qui consisterait à faire $V = C$ dans la TL. C'est plus subtil que cela : le LichtKomplex einsteinien (matérialiste) revient à mettre sur le même plan $m_e c$ et $m_e c^2$ (voir 43 et note 16).

7.4 LichtKomplex d'Einstein et Photons de de Broglie (à masse non-nulle)

A première vue on pourrait affirmer que les LichtKomplex sont des photons qui possèdent une impulsion (couplée avec l'Énergie). Mais ce n'est pas suffisant. Einstein attribue en 1905 à ses complexes de lumières une densité mais pas une pression (nous utilisons la formule d'Einstein de la densite dans son §8).

Notre théorie néo-minkowskienne prouve, en plus d'une impulsion, qu'ils sont caractérisés par une pression gravitationnelle (couplée avec une densité d'origine gravitationnelle (35))!

La densité purement gravitationnelle qui permet d'intégrer les complexes d'Einstein (LichtKomplex) dans notre théorie néo-minkowskienne est donc :

$$w_G = \frac{G}{8\pi} \frac{m_e^2}{\lambda_P^4 c^2} \simeq 4.10^{-34} g/cm^3 \tag{48}$$

La synthèse "Albert-Henri Poinstein" est donc en route puisque les 'horreurs' (voir note 21) du jeune Einstein sont donc réhabilités grâce aux pressions de Poincaré ($w_G = \alpha_{Ge} w_E$,35bis)[22] !

Le photon aurait un lien avec la gravitation ? Autant prétendre qu'il aurait une masse non-nulle ! Mais justement, voyons cela en détail. Si (39) concerne l'électron (ultrarelativiste) alors (48) devrait concerner le photon car ils sont logés à la même enseigne dans l'équation du fluide (38). On peut ainsi déduire une masse non-nulle du photon en utilisant la longueur dite de de Broglie (44) car contrairement à l'électron ultra-relativiste nous ne disposons pas de la masse expérimentale du photon. Un calcul approximatif donne pour la masse du photon (compatible bien entendu, comme la masse de l'électron, avec $.G_{\mu\nu} = 0$) :

$$m_{dB} \approx 10^{-66} g \tag{49}$$

Excusez du Peu. Mais ce Peu n'est pas Rien. La théorie néo-minkowskienne (relativiste) donne raison à de Broglie (presque) sur toute la ligne. Nous l'appellerons "masse de de Broglie" du photon. Comme le "photon (ultrarelativiste) néo-minkowskien" est caractérisé par une "masse de de Broglie" (qui n'est pas la masse au repos habituelle) non-strictement nulle,.il peut désormais lui correspondre une fonction d'onde, voir §5-3). Remarquons que notre "photon néo-minkowskien" devrait correspondre, en toute logique, à un boson scalaire. On devrait peut-être le rebaptiser "GRAVITON" ? Un lien avec le boson scalaire BEH ?

8 Annexe 2 : Réponses à une double question de Pauli sur l'accélération hyperbolique (de la RR)

(résumé historique rapide (en 3 étapes) du$MRUA$ relativiste, §3)

8.1 Minkowski (1908) : le mouvement hyperbolique

La ligne d'univers d'un $MRUA$ relativiste d'un point matériel dans K (au repos dans K' $\alpha = a' = \frac{d^2x'}{dt'^2}$) est une HYPERBOLE. Et non pas une parabole comme dans le $MRUA$ non-relativiste :

$$x^2 - c^2t^2 = R^2 = \frac{c^4}{\alpha^2} \tag{50}$$

Rappelons brièvement ($u_x = v$, $u'_x = v' = 0$ les deux intégrations minkowskiennes successives $t = 0$ $v = 0$ et $x = R$

[22] Rapportée à la théorie du corps noir (formule de Stefan-Boltzman) cette densité donne $2,6K$ (35). (la formule voisine de Rowland qui repose sur le rayon classique r_e de Heaviside avec un facteur 3/2) donne $2,73K$.

$$\frac{d}{dt}(\gamma v(t)) = \alpha \implies v = \frac{\alpha t}{\sqrt{1+\frac{\alpha^2 t^2}{c^2}}} = \frac{dx}{dt} \implies x = \frac{c^2}{\alpha}\sqrt{1+\frac{\alpha^2 t^2}{c^2}} \quad (51)$$

Dans le système K, l'hyperbole d'accélération correspond à une des hyperboles d'échelle de Minkowski. Bien entendu, dans le cadre de la RR usuelle, l'accélération propre du point matériel peut être aussi petite que l'on veut ($R \longrightarrow \infty$ $\alpha \longrightarrow 0$). En appliquant ce résultat au lancement du boost par Einstein en 1905 (le système K' par rapport à K), Einstein considère à bon droit que l'accélération est infiniment lente puisque les systèmes sont a priori infinis $R \longrightarrow \infty$(pas d'horizon maximal, pas d'accélération minimale et pas d'émission de lumière dans un boost de Lorentz).

8.2 Born 1913 et Rindler 1980 : le mouvement rigide

Born est le premier qui rapporte l'accélération constante non pas d'un point R sur Ox mais de la tige OR elle-même. A la place d'une seule hyperbole avec un vitesse variable, Born considère les hyperboles successives $r \leq OR$ à la même vitesse. Cela revient à définir ce que Born appelle le "mouvement rigide d'un ensemble de points matériels". L'approche de Born nous renvoie donc directement au lancement du boost de l'axe Ox' par rapport à l'axe Ox, qui est supposé se faire (selon Einstein 1905) avec une accélération nulle (cinématiquement) ou infiniment lente (thermodynamiquement). Signalons que le mouvement rigide de Born a une application en cosmologie dont l'importance est sous-estimée. Rindler propose ainsi en 1980 une métrique RG (sans CC) cosmologique $ds^2= R^2 dw^2 - dr^2$ (non-minkowskienne) à partir du mouvement rigide de Born. Il fait d'ailleurs remarquer que le point initial de la tige était un photon puisque situé sur l'asymptote de lumière le point $\beta = x = t = 0$ est donc une singularité. Notons que Rindler effectue aussi un rapprochement avec le Trou Noir. (voir aussi Kruskal).

8.3 Pauli 1921 : Inachèvement du MRUA standard du point matériel et Comobilité néo-Minkowskienne

C'est toutefois Pauli qui pose la bonne question : *"A quel champ gravitationnel global correspond cette accélération centrifuge purement cinématique ?"*

Einstein s'est contenté d'un usage purement local ou l'hyperbole devient une parabole[23]. La *RG* est fondée sur un principe local d'équivalence. Einstein ne s'est jamais intéressé au champ gravitationnel sous-jacent au mouvement hyperbolique global.

Seul Pauli (à notre connaissance) s'est vraiment attaqué à la question du champ gravitationnel (ou électromagnétique) adapté à la cinématique hyperbolique de Minkowski-Born.. Pauli était manifestement intrigué par la notion de système qui accompagne un fluide (médium). : " :*In relativistic kinematics we will naturally describe by as "uniformly accelerated" a motion for which in a system K' moving with the medium or particle is always of the same magnitude* α_0*. The system K' is a different one at each instant ; for one and the same Galilean system K the acceleration of such a motion is not constant in time."* [4]

Il considère alors un seul système K' global qui accompagne le medium accéléré (système non-galiléen) et passe en *RG*. Autrement dit Pauli définit ce qu'il est convenu d'appeler en *RG* la COMOBILITE par rapport au medium. C'est exactement notre point de départ (voir 3). Mais il n'aboutit pas au champ gravitationnel adéquat car il utilise (comme Rindler et Kruskal) la *RG* sans *CC*. La réponse à la question de Pauli est donc le champ gravitationnel global sous-jacent à notre approche néo-minkowskienne (voir fin du §3). Mais ce n'est pas tout.

Le plus curieux c'est que Pauli ne trouve aucune radiation émise par un électron dans le mouvement hyperbolique global *"Hyperbolic motion thus constitutes a special case for which there is no formation of a wave zone nor any corresponding radiatio*n" (p 93) [4](Pauli calcule un champ magnétique nul).

Face à ce résultat pour le moins étonnant, un électron qui accélère de manière relativiste (hyperbolique) n'émet pas de radiation (sic), Pauli s'empresse de rappeler que localement (paraboliquement, accélération non-relativiste) l'électron émet de la radiation sur une portion (parabolique) du mouvement hyperbolique. Tout se passe comme si une infininité de boosts successifs à accélération nulle n'émettait pas de lumière. La deuxième question de Pauli est alors : *"A quel champ EM global correspond cette accélération centrifuge purement cinématique ?"*

Autrement dit tout se passe comme si les asymptotes de l'hyperbole ne correspondait pas à une émission élective d'un photon. Tout se passe

[23]approximation locale de $x \simeq c^2\alpha + 1/2\alpha t^2 + ...$)

comme si la condition d'émission était une accélération minimale non-nulle de l'électron. Tout se passe donc comme si les physiciens, par pure distraction avait omis de chercher la solution néo-minkowskienne de la *RG* avec *CC* qui est un champ scalaire électrogravifique global dans lequel figure un étranger (l'électron) désormais intégré.

9 Remerciements

Je remercie Jean Reignier et Gilles Cohen-Tannoudji.

Références

[1] Y. Pierseaux (2013) *Limite Minkowskienne de la Relativité Générale avec Constante Cosmologie et Expansion accélérée de l'Univers* . Annales de la Fondation Louis de Broglie, volume 38, 2013. http ://aflb.ensmp.fr/AFLB-381/aflb381m761.pdf

[2] Y. Pierseaux (2014), *Minkowskian Solution of General Relativity with Cosmological Constant and the Accelerating Universe*, Journal of Modern Physics, 2014, 5, October 2014. http ://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx ?PaperID=51072

[3] H. Poincaré 1905, *Sur la dynamique de l'électron*, CR de l'Ac. des Sci. de Palerme, 1905. In Rendiconti Circ. mat. de Palermo, 21, 1906.

[4] W. Pauli(1921, Theory of Relativity, Dover Publications, New York, 1958 (1921).

[5] J.F. Barrett(1993), *Lobatchevski, Varicak and Hubble redshift*, European mathematical newsletters, March 1993.

[6] G Cohen-Tannoudji, *The dark universe and the quantum vacuum*, Laboratoire de recherche sur les sciences de la matière (LARSIM CEA-Saclay).

[7] Y. Pierseaux 2000, *La "Structure Fine" de la Relativité Restreinte*, L'Harmattan, 1999.

[8] S. Hawking (1988), *A Brief History of Time*, Bantam Books. ISBN 0-553-38016-8.

[9] Unruh, W.G. (2001) *Black Holes, Dumb Holes, and Entropy.* In : Callender, C., Ed., Physics Meets Philosophy at the Planck Scale, Cambridge University Press, 152-173, Eq. 7.6. https ://doi.org/10.1017/CBO9780511612909.008

[10] E.T. Tatum and U. V. S. Seshavatharam, *Equivalence between a Gravity Field and an Unruh Acceleration Temperature Field as a Possible Clue to.Dark Matter*

(Manuscrit reçu le 6 septembre 2017)