

Deuxième péroration

« L'homme sait assez souvent ce qu'il fait, il ne sait jamais ce que fait ce qu'il fait »

Paul Valéry Écrivain (1871 - 1945)

Avancement des Modèles standards de la physique théorique

Il s'agit du *Modèle standard de la physique des particules*¹ et du *Modèle standard de la cosmologie*².

Les cinq grands problèmes de la physique théorique (Lee Smolin)

Le physicien américain Lee Smolin³ à écrit un important livre critique sur l'état actuel de la physique théorique, ouvrage publié en France en 2007 aux éditions Dunod dans la collection *Quai des sciences*, avec pour titre « *Rien ne va plus en physique !* » et comme sous-titre « *L'échec de la théorie des cordes* ».

Dans le premier chapitre intitulé **Cinq grands problèmes de la physique théorique**, il constate que « *la révolution scientifique du XX^e siècle reste inachevée, et qu'au cœur de l'échec se trouvent cinq problèmes dont la solution nous échappe* ».

Voici comment Lee Smolin a formulé ces cinq problèmes :

-
- 1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Modèle_standard_de_la_physique_des_particules
 - 2 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Modèle_standard_de_la_cosmologie
 - 3 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Lee_Smolin

THÉORIE NR

Problème 1 : Réunir la relativité générale et la théorie quantique dans une théorie unique, qui pourrait prétendre être la théorie complète de la nature.

Problème 2 : Résoudre les problèmes des fondements de la mécanique quantique, soit en donnant un sens à la théorie telle qu'elle existe actuellement, soit en inventant à sa place une nouvelle théorie, qui, elle, aura un sens clair.

Problème 3 : Déterminer si des particules et des forces différentes peuvent être unifiées dans une seule théorie, qui les expliquerait toutes en tant que manifestation d'une seule entité fondamentale.

Problème 4 : Expliquer comment sont choisies, dans la nature, les valeurs des constantes libres du modèle standard de la physique des particules.

Problème 5 : Expliquer la matière noire et l'énergie noire. Ou, si elles n'existent pas, déterminer comment et pourquoi la gravité est modifiée à grande échelle. Plus généralement, expliquer pourquoi les constantes du modèle standard de la cosmologie, y compris l'énergie noire, ont les valeurs qu'elles ont.

Le premier problème est appelé *Problème de la gravité quantique*, puisqu'il est présupposé que *Théorie de la relativité générale* et *Théorie quantique* doivent nécessairement être unifiées ; avis qui n'est toutefois pas partagé par l'ensemble des physiciens théoriciens.

Vient ensuite le deuxième problème, qui n'est autre que celui de l'*Interprétation de la Théorie quantique*, objet de débats qui durent depuis plus d'un siècle entre physiciens *réalistes* et *opérationnalistes*.

La résolution du troisième problème repose actuellement sur la supposition qu'à un certain niveau d'énergie, particules et forces se trouvaient initialement unifiées, et que c'est une conséquence de l'évolution de l'Univers qui a amené des différenciations, par ce que les théoriciens appellent des *brisures spontanées de symétrie*.

Quatrième problème : celui de la vingtaine de constantes du *Modèle standard de la physique des particules* que les physiciens qualifient de « libres », car il faut les « mettre à la main dans les équations », faute d'être capable d'en expliquer l'origine.

Le dernier problème est le cauchemar des astrophysiciens, qui constatent que 95 % du contenu de l'Univers leur échappe, d'où la formulation des concepts de *matière noire* et d'*énergie noire*. Une quinzaine de constantes astrophysiques sont également inexpliquées.

DEUXIÈME PÉRORAISON

La théorie NR face aux cinq problèmes de la physique

L'exposé de la théorie NR — en quatre parties et douze chapitres — s'est vu régulièrement confronté aux *cinq grands problèmes de la physique théorique*, mais selon un plan différent ; c'est pourquoi, considérant la pertinence de l'analyse de Lee Smolin, essayons en guise de conclusion de rassembler les morceaux épars de notre théorie, dispersés tout au long de l'exercice ; regardons quelles réponses ont été imaginées et confrontons les à l'état actuel, manifestement lacunaire, de la physique théorique contemporaine.

Problème 1 : Réunir la relativité générale et la théorie quantique

Une manière intuitive de visualiser ce problème de la *gravité quantique* a été proposée en fin du premier tome de la théorie NR, page 349 dans la *Première péroration*, avec la métaphore macroscopique du « skieur de bosses » :

Vu du versant opposé de la vallée, le skieur semble dévaler une pente de l'espace, soumis à la seule force de gravitation ; mais vu de près il chevauche une sorte de champ dynamique qui l'oblige, pour conserver une certaine stabilité, à faire appel soit à sa *polarisation verticale* consistant à jouer sur la flexion de ses jambes, soit à sa *polarisation horizontale* lui faisant suivre « à la godille » les creux entre bosses, soit aux deux simultanément.

La piste de ski de bosses peut être considérée d'un point de vue mathématique comme un *espace topologique bidimensionnel* (une surface), et son caractère à la fois pentu et bosselé est susceptible de deux interprétations différentes.

Tout d'abord — vision *extrinsèque* — la surface est regardée comme plongée dans un espace tridimensionnel, dans lequel elle subit diverses déformations ; soit à grande échelle, ce qui correspond au profil de la vallée dans laquelle elle s'inscrit ; soit localement en raison de la présence de creux et de bosses.

L'autre approche — qui peut être qualifiée d'*intrinsèque* — ne requiert nul besoin d'évoquer une immersion dans un espace de dimension supérieure. Il suffit pour cela d'introduire la notion de *courbure locale de l'espace*. Imaginons, mentalement, que nous nous prenions la place d'un flocon de neige en surface de la piste de ski.

THÉORIE NR

Il semble clair que nous aurions de grandes difficultés à saisir la présence de cette courbure locale. Seule une investigation métrique large — appelant la collaboration d'autres « flocons savants » possédant quelques notions de géométrie non euclidienne — pourrait aboutir à une mise en évidence des déformations de la piste. Une triangulation à grande échelle permettra de définir le profil général de la piste de ski inscrite dans sa vallée. En revanche, seule une inspection relativement fine pourra aboutir à la détection de la courbure locale associée aux creux et aux bosses.

Toutefois, même si ces deux approches — *extrinsèque* et *intrinsèque* — nous permettent de définir la forme globale et locale de la piste de ski, nous sommes à ce stade encore incapables d'expliquer pourquoi des skieurs viennent y pratiquer leur sport favori. Ceux-ci savent parfaitement — même les moins avertis en matière de sciences physiques — que sans la *force de gravitation*, leur présence sur cette piste de ski n'aurait aucune raison d'être.

Une manière *extrinsèque* d'expliquer la nature de cette force consiste à placer dans l'espace tridimensionnel un *plan de référence* que l'on qualifiera d'*horizontal*, de définir le concept d'*altitude* par rapport à ce plan, et de poser le principe qu'une force plus ou moins importante s'exerce sur un skieur, lorsque celui-ci se déplace en surface de la piste, en raison d'une *différence d'altitude*, que précisément nous pouvons qualifier de *pente*.

L'approche *intrinsèque* est plus subtile. Il s'agit d'associer à chaque flocon de neige (vision *quantique*) présent en surface de la piste de ski un paramètre local, qui n'est autre que l'*accélération de la pesanteur* ; notion qui s'adresse à des skieurs un peu plus expérimentés en sciences physiques que ceux précédemment évoqués dans l'approche *extrinsèque*. Pour obtenir la *force de gravitation* à partir de cette notion d'*accélération*, il nous suffit d'observer le *gradient* de cette valeur *scalaire*, quand on se déplace d'un point à un autre du champ de neige.

Voyons maintenant comment nous pouvons passer de cette « métaphore touristique et sportive » à notre sujet savant qui est la *gravitation quantique* ; sachant que les notions de *force de gravitation* et d'*accélération de la pesanteur* viennent d'être posées d'une manière assez arbitraire, sans en rappeler la nature profonde.

DEUXIÈME PÉRORAISON

Replaçons nous donc dans le cadre du projet architectural d'univers de la théorie NR, en remplaçant les flocons de neige par des bosons de X^1 , les bosses par des photons — définis comme des assemblages de bosons de X voisins dans l'espace et synchronisés dans le temps —, la piste de ski par l'espace fractal dodécaédrique et le skieur de bosses par un fermion se déplaçant dans l'espace.

Ce changement de point de vue a fait apparaître de nouvelles propriétés, ce qui nous a permis de proposer les principes suivants :

- (T 1 – Ch 1 – p 13) L'espace n'est pas l'*éther rigide* imaginé par les physiciens du XIX^e siècle comme support des ondes électromagnétiques, mais un *éther dynamique* formé d'une trame d'oscillateurs harmoniques, que nous avons baptisés *fluctuation minimale FM*. Cet espace est donc quantique, de par sa définition même.
- (T 1 – Ch 2 – p 27 & 28) Cette conception initiale de la structure de l'espace nous a amenés à définir cinq *phases de l'espace* — euclidienne, négative, positive, neutre et neutralisée — tout d'abord à partir d'observations sur les modalités d'empilement de sphères dans l'espace euclidien tridimensionnel classique ; et à un stade ultérieur par une description géométrique basée sur des *graphes tétraédriques* ou *dodécaédriques*.
- (T 1 – Ch 2 – p 29) Différents coefficients TNR ont été associés aux cinq phases de l'espace pour gérer les propriétés des diverses particules étudiées, en termes de *métrie*, de *charge électromagnétique* et de *masse-énergie*.
- (T1 – Ch 8 – p 282) Deux objets fondamentaux, issus de ce que nous avons baptisé *processus topologique de double enveloppement*, ont fait l'objet d'une attention particulière — le neutron et l'atome d'hydrogène formé d'un électron associé à un proton — et ont été considérés comme étant l'*unique source de la force gravitationnelle*.

1 Notons au passage la curieuse ressemblance entre un flocon de neige (voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Flocon_de_neige) présentant une structure fractale hexagonale et le boson de X de la théorie NR, tel qu'il a été schématisé avec la figure 3.1 de la page 37 du premier tome, au chapitre 3 **Espace-temps**, section **Dualité onde / particule**. Sans oublier la célèbre métaphore du *champ de neige* employée par les physiciens théoriciens pour illustrer le concept de *champ de Higgs*.

THÉORIE NR

- (T1 – Ch 8 – p 237 & 280) Neutron et atome d'hydrogène projettent autour d'eux un *espace en phase neutralisée*, lequel est confronté à l'environnement spatial défini comme un *espace en phase neutre* dite dodécaédrique. C'est le faible écart entre les densités spatiales associées à ces deux espaces que nous avons baptisé *charge faible*, charge toujours positive, car l'espace neutre étant plus dense que l'espace neutralisé, une pente de l'espace — et donc une force — s'établit en direction des corps massifs, formés d'assemblages de neutrons et d'atomes d'hydrogène au niveau atomique. **Cette approche aboutit ainsi directement à une vision quantique de la gravitation.**
- (T1 – Ch 8 – p 291) En utilisant le principe de la *Force de Casimir généralisée* (FCG), différents calculs ont été effectués afin de vérifier les valeurs connues de l'*accélération de la pesanteur* en surface de corps célestes tels que la Terre et la Lune ; après quoi les principes de *peinture holographique* et d'*ombres gravitationnelles* ont été dégagés.
- (T1 – Ch 8 – p 297 à 299) Après avoir montré que les travaux d'Isaac Newton, de Charles-Augustin Coulomb et d'Hendrik Casimir étaient compatibles avec cette vision quantique de la gravitation, l'approche géométrique révolutionnaire du champ gravitationnel — apparue avec la publication de la *Théorie de la relativité générale* d'Albert Einstein — a fait l'objet d'une attention particulière ; sans toutefois tenter d'entrer dans les nombreuses difficultés mathématiques de cet exercice, faisant usage dans le cadre d'une géométrie non euclidienne et d'objets compliqués tels que les *tenseurs*. Un simple examen de la célèbre, mais complexe, *équation du champ gravitationnel* d'Albert Einstein en terme d'*équation aux dimensions* a permis de dégager une convergence entre la *Théorie de la relativité générale* et l'approche quantique de la théorie NR, aboutissant au constat que l'*équation du champ gravitationnel* était de même nature que l'*équation d'une bulle de savon* !
- (T1 – Ch 8 – p 309) C'est à partir de ces différentes hypothèses que nous avons pu concevoir l'idée de la **Gravité quantique à bulles**, ce qui nous a permis *in fine* de rendre compatibles, dans le cadre de la théorie NR, la *Théorie de la relativité générale* et la *Théorie quantique*.

DEUXIÈME PÉRORAISON

Problème 2 : Les fondements de la mécanique quantique

Ce problème des *fondements de la mécanique quantique* fait l'objet d'un article¹ dans l'encyclopédie WIKIPÉDIA, dont voici l'introduction :

Une **interprétation de la mécanique quantique** est une tentative d'explication de la façon dont la théorie mathématique de la mécanique quantique « correspond » à la réalité. Bien que la mécanique quantique ait fait l'objet de démonstrations rigoureuses dans une gamme extraordinairement large d'expériences (aucune prédiction de la mécanique quantique n'a été contredite par l'expérience), il existe un certain nombre d'écoles de pensée concurrentes sur son interprétation. Leurs points de vue diffèrent sur des questions fondamentales telles que celle de savoir si la mécanique quantique est déterministe ou stochastique, quels éléments de la mécanique quantique peuvent être considérés comme réels et quelle est la nature de la mesure, entre autres.

Malgré près d'un siècle de débats et d'expériences, aucun consensus n'a été atteint parmi les physiciens et les philosophes de la physique concernant l'interprétation qui « représente » le mieux la réalité.

Cet article relève *sept défis d'interprétation*, que nous pouvons utiliser comme plan pour poursuivre notre confrontation des idées développées dans le cadre de la théorie NR face à l'état actuel de la physique théorique, avec ses certitudes et ses lacunes :

1. Nature abstraite et mathématique de la théorie quantique des champs
2. Existence de processus apparemment indéterministes et irréversibles
3. Rôle de l'observateur dans la détermination des résultats
4. Corrélations classiquement inattendues entre objets distants
5. Complémentarité des descriptions proposées
6. Une complexité qui augmente rapidement
7. Comportement contextuel des systèmes

Le caractère mystérieux de la physique quantique — du moins pour les profanes ; encore que certains mystiques s'en accommodent fort bien — a plusieurs fois été souligné au cours de l'exposé. La théorie NR, quant à elle, revendique une approche parfaitement *réaliste*, fondée sur l'*architecture de l'espace et de la matière*.

1 https://fr.wikipedia.org/wiki/Interprétation_de_la_mécanique_quantique

THÉORIE NR

1. Nature abstraite et mathématique de la Théorie quantique des champs

Les outils mathématiques utilisés par les physiciens quantiques sont très complexes et nécessitent une longue pratique avant d'en acquérir la maîtrise (notation bra-ket de Dirac, espace projectif de Hilbert et vecteurs propres, coefficients complexes, opérateurs mathématiques, probabilités, décomposition spectrale, mécanique matricielle de Heisenberg, équation d'onde de Schrödinger, etc...).

Rien de tel en théorie NR, qui ne demande d'autres connaissances que celles du théorème de Pythagore et des fonctions trigonométriques ; ce qui est sensiblement le niveau requis pour obtenir un baccalauréat scientifique.

Comment est-ce possible ? Là est la question.

La présente étude a été présentée comme un *Projet architectural*, et au cours du développement de l'exposé la géométrie utilisée fut qualifiée de *topologie descriptive*, sorte d'hybridation de la *géométrie descriptive* anciennement pratiquée par les architectes et leurs compagnons — avant l'éclosion des logiciels CAO de *Conception Assistée par Ordinateur* — et de la *topologie algébrique*, branche des mathématiques consacrée à la déformation des espaces, indépendamment de la métrique. Cette géométrie « rétrofuturiste » a de plus été définie comme *semi-euclidienne*, ce qui fait référence aux tracés régulateurs utilisés qui, bien qu'étant parfaitement euclidiens, représentent toutefois un espace courbe, grâce à l'adjonction de couleurs associées aux cinq phases de l'espace.

A cette première simplification, nous évitant le recours aux géométries non euclidiennes, s'ajoute la quasi totale disparition de la notion de *temps*, la variable t n'apparaissant jamais dans les équations spécifiques de la théorie NR, en raison de son caractère *cinématographique*, ce qui nous a également évité le recours au calcul différentiel et intégral. La description des différents phénomènes physiques se fait ainsi « image par image », les cercles des tracés régulateurs représentant la partie stationnaire de l'espace structuré par des oscillateurs harmoniques, les variations et oscillations de densité étant en quelque sorte sous-entendues. La compréhension plus fine de ces variations nous a amenés à étudier dans le détail les phénomènes de *phases*, *binaires* (fluctuation minimale) et *ternaires* (boson de X en phase euclidienne et quarks).

DEUXIÈME PÉRORAISON

Au final, la description graphique de l'espace fractal par des tracés régulateurs et la vision cinématographique du temps nous ont permis de donner une approche *quantique* des phénomènes physiques, en utilisant un appareillage mathématique d'une grande simplicité, s'opposant ainsi radicalement au caractère très *abstrait* de la *Théorie quantique des champs*. La théorie NR utilise elle des épures bidimensionnelles, des couleurs et des coefficients assurant la gestion des cinq courbures de l'espace, et une quatrième dimension spatiale facilement visualisable, puisqu'il ne s'agit en pratique que d'une gestion de la *densité spatiale*, et de la *courbure spatiale* par un principe de *dualité*. Elle nous donne ainsi une vision géométrique remarquablement *réaliste* de notre *Projet d'univers*, tant de son contenu que de ses transformations.

Une dernière observation sur l'outillage mathématique utilisé en théorie NR. Il s'agit de l'importance accordée aux courbes planes dites *cycloïde*, *cardioïde* et *néphroïde* — facilement transformables en surfaces et volumes de révolution par rotation d'un demi-tour autour d'un axe de symétrie — ceci pour plusieurs motifs.

Premièrement, en raison de leur pouvoir descriptif de ce qui a été qualifié de *processus topologique de simple ou de double enveloppement*, à l'origine de l'apparition des particules fondamentales, soustraites à l'expansion de l'espace, que sont l'électron, le neutron et le proton.

Par ailleurs, la *courbe cardioïde*, transformée en surface de révolution, a également eu pour vertu de permettre la description du *développement du champ électromagnétique dans l'espace neutre de courbure positive*, à la manière de celui des ondes sonores projetées par un haut-parleur directionnel.

Quant à la *courbe cycloïde*, dite *roue d'Aristote* ou *roulette de Pascal*, elle nous a permis — de par son caractère *brachistochrone* — de proposer une explication au mystère de l'*énergie noire*, ce qui est un des objets du cinquième grand problème de Lee Smolin.

Enfin, le réglage *quantifié* du rayon du *cercle générateur* d'une *courbe cardioïde*, et la multiplication des rotations enchaînées autour de son *cercle directeur*, nous ont donné un accès aux *diagrammes de bifurcation* et à la *Théorie du chaos*, nous proposant ainsi un éclairage nouveau sur les mystères entourant les deux *Nombres de Feigenbaum*.

2. Existence de processus apparemment indéterministes et irréversibles

S'agissant des processus qualifiés par les physiciens quantiques d'*indéterministes*, tout discours à leur sujet est relativement vain si on ne débute pas par une approche purement *sémantique*, ainsi que le font les très rigoureux mathématiciens, qui n'oublient jamais de circonscrire l'origine et la portée des vocables qu'ils emploient, avant de choisir leurs *axiomes* et de procéder à toute *démonstration*.

Le *Principe de causalité* implique que tout *effet* est conséquence d'une *cause*, et que la cause précède l'effet ; ce qui donne d'emblée un aspect temporel à ce postulat.

La Théorie quantique a partiellement détruit ce principe, invoquant parfois des « effets sans causes » et des transformations instantanées « non locales ». D'où l'adoption de ce concept d'*indéterminisme*, couronné par le fameux *Principe d'incertitude de Heisenberg*, également baptisé *Principe d'indétermination* (conséquence probable à l'origine d'un « problème d'*incertitude* de traduction de la langue allemande »). Une grave *aporie* a été évoquée à propos de ce principe, en raison de la référence quasi constante faite par les physiciens au concept de *simultanéité*, sorte de « certitude temporelle » entrant d'une manière manifeste en contradiction avec le sujet ; d'autant que le *temps* lui-même fait partie des variables dites *conjuguées* censées être soumises à ce principe.

En théorie NR, le *Principe de causalité* n'est absolument pas contesté, et le caractère *déterministe* de l'évolution des phénomènes dans l'univers est parfaitement admis. Le concept du *déterminisme* est ainsi remplacé par celui du *déterminable*, en s'appuyant sur le *Principe d'irréductibilité computationnelle*. La théorie possède cette particularité d'être bornée « par principe » par des valeurs minimales et maximales, ce qui limite fortement les possibilités pratiques d'investigation (voir ci-après le commentaire du défi 3).

En ce qui concerne les *processus irréversibles*, si nous écartons l'idée bizarre apparue avec la *Théorie de la relativité restreinte* de « spatialiser le temps » dans l'*espace affine pseudo-euclidien de Minkowski*, il semble bien, d'une manière parfaitement intuitive, que l'*espace-temps* soit *non commutatif* en raison de sa célèbre *flèche* ; ce qui semble nécessairement induire l'existence possible de *processus irréversibles*.

DEUXIÈME PÉRORAISON

La théorie NR, quant à elle, considère le *temps réel* comme un concept *émergent* de la structure de l'espace, qui ne produit des effets physiques concrets qu'à la « surface » des particules, par une forme de « frottement » qualifié de *taux de cisaillement*, dont l'équation aux dimensions prend la forme d'un inverse du temps T^{-1} . Ainsi, le temps réel est inexistant, tant à l'intérieur des particules, que dans leurs groupement harmonisés ; et poussant le raisonnement à son ultime terme, l'univers entier a été considéré comme non soumis au temps réel en raison de sa nature *autopoïétique*, qui implique que sa structure globale est immuable, bien que tout son contenu soit en perpétuel renouvellement.

Cette conception d'un *temps réel local*, s'opposant au *temps mathématique* utilisé pour des raisons pratiques par les physiciens théoriciens, fait que ce n'est pas du côté de la *flèche du temps* qu'il nous faut chercher la cause fondamentale de la *non commutativité* des phénomènes physiques, mais dans la nature même de la structure de l'espace, fondée sur l'*oscillateur harmonique* originel que nous avons baptisé *fluctuation minimale*.

L'espace de la théorie NR a ainsi été qualifié d'*héraclitéen*, car « on ne se baigne jamais dans le même fleuve cosmique », qui n'est autre que *l'espace en expansion*. En effet, nous n'avons accès ni à l'intérieur des particules, ni au spectacle de l'univers entier « vu de l'extérieur ». Même si nous pouvons « détruire » un proton par une collision dans un accélérateur de particules, nous ne faisons que projeter des « débris » dans l'espace, sans pour autant nous être introduits dans ce proton pour en examiner la structure interne « au repos ». Nous sommes donc condamnés à n'observer l'univers et son contenu que depuis l'espace en expansion — par construction non harmonisé — générateur du *temps réel*.

De cette conception de *l'espace héraclitéen* et du *temps réel* découle l'existence des *processus irréversibles*. Il a par ailleurs été souligné que cet espace dynamique, structuré par les *oscillateurs harmoniques* que sont la *fluctuation minimale* et ses différents assemblages (bosons de X, fermions, quarks), avait un comportement global pouvant être approché de la même manière que celui des *gaz parfaits*, tels qu'ils sont décrits en *Physique statistique* par les principes de la *thermodynamique*.

THÉORIE NR

3. Rôle de l'observateur dans la détermination des résultats

Suite à l'analyse du *deuxième défi d'interprétation de la mécanique quantique*, suivant le plan proposé par l'article WIKIPÉDIA dédié, il ressort que *Théorie quantique* et théorie NR s'opposent sur la notion philosophique de *déterminisme* ; ce qui nous amène directement sur ce troisième sujet, qui concerne précisément la *détermination* des résultats expérimentaux de la physique.

Les physiciens quantiques considèrent — en conséquence des six postulats¹ qu'ils se sont donnés — que les résultats qu'ils obtiennent sont *aléatoires*, et que seule leur *probabilité d'apparition* est *déterministe*. C'est le problème de la *mesure quantique*², et corrélativement du rôle éventuel que peut jouer l'*observateur* dans cette affaire.

La théorie NR nous a proposé une toute autre approche, basée sur le *Principe d'irréductibilité computationnelle*³, manière savante de formuler la notion de *déterminable*, ou plus précisément son exact contraire à savoir l'*indéterminable*. Plusieurs idées sont venues à l'appui de cette thèse :

- Dans l'univers microscopique de la physique quantique, toute interaction entre deux fermions est en fait un « ménage à trois », en raison de l'interposition de l'espace dynamique structuré par des oscillateurs harmoniques.
- Les fermions possèdent une sorte de « peau » qui correspond à la partie *stationnaire* des ondes de densité qui les traversent.
- Cette « peau » est elle-même dynamique et exerce une action dans l'espace environnant, dans ce que nous avons appelé la *zone d'influence* des particules, liée à la norme secondaire $\mathbf{N}^{1/2}$. Nous avons ainsi retrouvé le lien entre *énergie* et *information*.

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Postulats_de_la_mécanique_quantique.

2 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Problème_de_la_mesure_quantique.

3 Il a été noté au cours de l'exposé que la signification en théorie NR de ce concept d'*irréductibilité computationnelle* n'est pas exactement celle en usage chez les théoriciens de l'information. Le processus expérimental concret a en quelque sorte été assimilé à un calcul et la structuration de l'espace par des oscillateurs harmoniques à des bits d'information, faisant ainsi un lien entre énergie et information, au niveau élémentaire.

DEUXIÈME PÉRORAISON

- Cette architecture de l'espace nous a amenés à comparer la « peau » des fermions à une « plage littorale », « sorte d'atterrissage sablonneux sur lequel les vagues de l'espace déferlent ».
- Le principe de *recohérence quantique* que nous avons défini agit à une *vitesse de phase* estimée à environ un milliard de fois la vitesse c de la lumière dans le vide.
- La nature des ondes électromagnétiques est caractérisée par une *triple polarisation*, la troisième agissant dans le sens de propagation de l'onde. Il en résulte un effet de *rétroaction*, en ce sens que l'endroit où se matérialise un photon, dans sa vision énergétique reliée à la norme secondaire N^2 , est en fait influencé par le *futur* de cette particule.

De ces différentes propositions, la théorie NR a tiré les conclusions suivantes :

- Il est impossible de s'approcher d'une quelconque particule fondamentale de la matière sans en affecter le comportement, que ce soit en utilisant une onde électromagnétique ou une particule incidente.
- A un certain niveau de finesse, les caractéristiques mesurées d'un objet quantique ne sont plus précisément *déterminables*, faute de disposer d'un outil d'investigation suffisamment « aiguisé », et en raison de la *rétroaction* qui modifie l'environnement d'une particule incidente avant même son arrivée sur la cible.
- Ce n'est pas parce qu'une propriété quantique devient *indéterminable* que le *Principe de causalité* est pris en défaut. Nous n'avons tout simplement pas accès aux *causes* qui ont donné tel *effet* mesuré. D'où son caractère en apparence aléatoire.

Pour conclure sur ce troisième *défi d'interprétation de la physique quantique*, citons cet extrait de l'épigraphe placée en introduction du chapitre 11 *L'univers physique*, opinion de Maurice Merleau-Ponty (« *L'œil et l'esprit* » - Gallimard 1960) :

Penser, c'est essayer, opérer, transformer, sous la seule réserve d'un contrôle expérimental où n'interviennent que des phénomènes « travaillés », et que nos appareils produisent plutôt qu'ils ne les enregistrent. De là toutes sortes de tentatives vagabondes.

4. Corrélations classiquement inattendues entre objets distants

Ce quatrième *défi d'interprétation de la mécanique quantique* relève d'une supposée mise en défaut du *Principe de localité*¹ par la Théorie quantique, ayant amené les physiciens à envisager le concept de *non-localité quantique*. Ce concept hardi, difficilement compatible *a priori* avec la Théorie de la relativité, possède toutefois une sérieuse assise expérimentale, en particulier au regard des expériences menées par le physicien Alain Aspect, fondées sur la *violation des inégalités de Bell*. Notons au passage que c'est principalement ce concept de *non-localité* qui a ouvert la voie à toutes sortes de « pensées magiques »².

La théorie NR envisage elle une approche très sensiblement différente. Après avoir proposé une réconciliation entre *Théorie quantique* et *Théorie de la relativité* en réponse au premier des *cinq grands problèmes de la physique théorique* selon Lee Smolin, la réponse à ce quatrième *défi d'interprétation de la mécanique quantique* se devait d'être un prolongement naturel de cette synthèse.

Pour ce faire a été introduit le concept intermédiaire de *semi-localité*. Le principe en a été rappelé lors l'examen du précédent défi, avec l'introduction de la notion de *vitesse de phase* estimée à environ un milliard de fois la vitesse c de la lumière dans le vide. Rappelons à ce propos la note en bas de la page 58 du chapitre 3 *Espace-temps, section Concept de cohérence en théorie NR* :

Les adeptes de la théorie de la non-localité quantique — connaissant en particulier les inégalités de John Bell et les expériences réalisées par Alain Aspect et d'autres équipes pour les vérifier — savent que la falsification des expériences qui confirment la validité des inégalités de Bell impliquent de dépasser au moins dix millions de fois la vitesse de la lumière c .

Par ailleurs, si la portée de la *zone d'influence* d'un fermion a été considérée comme étant égale à la norme secondaire $\mathbf{N}^{1/2}$ (**3,13911434.10⁻⁹ m**), échelle des liaisons moléculaires, il a été admis que dans certaines condition particulières d'harmonisation de la structure de l'espace, cette portée pouvait devenir macroscopique.

La proposition du concept de *semi-localité* est donc valide, nonobstant les expériences de violation des inégalités de Bell.

1 Voir article WIKIPÉDIA : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_localité_\(physique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_localité_(physique))

2 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Mysticisme_quantique

DEUXIÈME PÉRORAISON

5. Complémentarité des descriptions proposées

Le *Principe de complémentarité*¹ est la réponse *opérationnaliste* apportée par Niels Bohr au problème baptisé par les physiciens quantiques du début du XX^e siècle *Dualité onde / corpuscule*². Cette interprétation s'oppose à une vision dite *réaliste*, souhaitée par certains physiciens, comme ce fut le cas d'Albert Einstein, et comme c'est aujourd'hui le souhait de Lee Smolin. Selon le site WIKIPÉDIA dédié, ce principe se formule ainsi :

En physique, le **principe de complémentarité** formulé par Niels Bohr en 1927 est un énoncé relevant de l'interprétation de la mécanique quantique qui vise à expliquer la dualité onde-corpuscule et le principe d'indétermination de Werner Heisenberg. Il consiste à dire que les comportements corpusculaires et ondulatoires qui cohabitent dans les phénomènes quantiques, ainsi que les paires de propriétés incompatibles de par le principe d'indétermination sont en fait des aspects complémentaires d'une même réalité. Puisque les propriétés concernées ne sont pas forcément des contradictoires au sens logique, le sens du mot "complémentaires" est à distinguer de son acception en théorie des ensembles et doit plutôt être entendu comme "mutuellement exclusifs mais devant tous deux être pris en compte pour décrire le phénomène". Il implique en effet qu'un « objet quantique » ne peut se présenter que sous un seul de ces deux aspects à la fois. Historiquement adopté par l'école de Copenhague, il est à présent l'un des principes fondamentaux de l'interprétation standard de la mécanique quantique.

La théorie NR s'est rangée tout au long de l'exposé du coté des physiciens *réalistes*, se qualifiant elle-même d'*hyperréaliste*, en référence à sa conception spatiale *quadridimensionnelle*.

Le *Principe de complémentarité* n'a pas été retenu, et une vision très *concrète* du problème d'interprétation posé a été donnée avec la *métaphore du baigneur* (T1 – Ch3 – Section *Dualité onde/particule* – P36). Le baigneur faisant face à la houle venant du large est atteint par une vague, qui est une onde ; mais *in fine* il est poussé par des molécules d'eau, qui sont des particules. Il ne s'agit donc que de deux points de vue, non exclusifs l'un de l'autre, les ondes électromagnétiques et les bosons de X assemblés en *photons* prenant la place des vagues et des molécules d'eau de la métaphore.

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_complémentarité

2 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Dualité_onde-corpuscule

6. Une complexité qui augmente rapidement

L'article WIKIPÉDIA *Interprétation de la mécanique quantique* qui nous a fourni le plan des sept *défis d'interprétation* aborde ainsi ce sixième défi :

Une complexité qui augmente rapidement, dépassant de loin notre capacité de calcul actuelle, à mesure que la taille d'un système augmente, puisque l'espace dans lequel est décrit un système quantique est à $3N$ dimensions, N étant le nombre de sous-systèmes. Ainsi, il est difficile de traiter des problèmes à N corps en mécanique quantique.

La théorie NR n'a pas eu ce souci de complexité, dans la mesure où la description des systèmes quantiques est essentiellement *architecturale*, et se fait au moyen de simples épures planes ; tout en indiquant, eu égard à la rusticité de ce système descriptif, que nombre de propriétés des objets étudiés restent « sous-entendues ». Ces propriétés sont la *phase* de contraction / dilatation et donc les fluctuations de densité de l'espace intérieur ou extérieur aux particules, et les notions connexes de *spin* et d'*hélicité*, qui cependant sont censées affecter toute la structure de l'espace, tant dans sa partie « environnementale » en expansion convergente, que dans ses parties « captives » internes aux objets soustraits à cette expansion. Le *temps* lui-même est absent des descriptions qui se font d'une manière « cinématographique », image par image, la phase étant en quelque sorte « immobilisée » au niveau des ondes de densité stationnaires, confondues avec la section efficace des particules, domaine de la norme principale N , là où peut s'appliquer la *métrique*. Le domaine de la norme secondaire $N^{1/2}$ est appelé *zone d'influence*, et est relié aux notions d'*information* et de *rétroaction*, en raison de l'existence d'une *vitesse de phase supraluminique*. Quant à la norme secondaire N^2 , elle est associée à l'*énergie* et à la notion de *photon* unifiée avec celle de *graviton*. Les forces agissant entre les objets présents dans l'univers, tant microscopiques que macroscopiques, ont elles été unifiées par l'architecture et non après une hypothétique convergence, non établie à ce jour, à un niveau d'énergie extrêmement élevé.

Cette approche architecturale, qui ne conserve qu'un seul *champ*, à savoir l'espace lui-même, a pu se développer à l'aide d'outils mathématiques particulièrement simples et donc « *sans complexité* ».

DEUXIÈME PÉRORAISON

7. Comportement contextuel des systèmes

Le septième *défi d'interprétation* est ainsi présenté dans l'article WIKIPÉDIA *Interprétation de la mécanique quantique* :

Comportement contextuel des systèmes : la contextualité quantique implique que les intuitions classiques dans lesquelles les propriétés d'un système détiennent des valeurs définies, indépendamment de la manière de les mesurer, sont remises en cause même pour les systèmes locaux. En outre, il est très difficile de définir des critères d'identité et d'individualité (notamment, le principe d'identité des indiscernables de Leibniz et l'identité spatio-temporelle de Locke ne sont plus pertinents pour des particules absolument identiques et occupant la même région de l'espace en même temps).

Ce problème de *contextualité quantique* prolonge celui du troisième *défi d'interprétation* précédemment examiné et intitulé *Rôle de l'observateur dans la détermination des résultats*. Le commentaire de ce défi a mis en avant le principe d'*irréductibilité computationnelle* et s'est conclu sur cette idée du philosophe Maurice Merleau-Ponty : *l'existence de phénomènes « travaillés », et que nos appareils produisent plutôt qu'ils ne les enregistrent*.

Il est effectivement notoire qu'un très grand nombre d'expériences menées dans le domaine de l'infiniment petit sont basées sur une élimination du *bruit* ambiant, et se déroulent donc dans un contexte « antinaturel ». En revanche, en théorie NR, ce *bruit* est très important, puisqu'il a été proposé qu'il soit la *cause* de l'expansion de l'espace fractal, *cause* difficilement *déterminable* dans des conditions « naturelles », d'où l'apparition en physique quantique des notions de *contextualité*, d'*incertitude*, d'*indétermination*, de *probabilité*, etc...

Il a par ailleurs été suggéré de considérer la théorie NR comme étant *semi-locale* et possédant de nombreuses *variables cachées*, lesquelles ne sont en fait que les *détails* de l'architecture interne des particules (sous-structures du type muon ou tauon, quarks, gluons, etc...). Au final, cette *conception architecturale* de l'infiniment petit est tout à fait *classique* — au sens donné par les théoriciens à la physique dite *classique*, précédant les développements de la *Théorie de la relativité* et de la *Théorie quantique* —, les ondes se croisent sans se détruire comme les vagues sur l'océan ; les particules s'entrechoquent comme des boules de billard, tant qu'elles ne se détruisent pas telles des bulles de savon explosant en projetant des gouttes d'eau savonneuses à l'entour.

THÉORIE NR

Problème 3 : Unification des particules et des forces

Le *Modèle standard de la physique des particules* retient, en ce qui concerne la matière, douze particules (trois quarks de charge $+2/3$, trois quarks de charge $-1/3$, trois leptons de charge négative -1 et trois neutrinos), auxquelles il faut ajouter autant de particules d'antimatière, de masses supposées identiques mais de charges opposées.

Pour ce qui est des forces, les particules associées sont appelées *bosons-vecteurs* et sont au nombre de cinq : le photon, les bosons intermédiaires Z^0 , W^+ et W^- et l'hypothétique graviton. Le boson de Higgs vient compléter cette liste ; il n'est cependant pas considéré comme *vecteur de force*, mais comme *pourvoyeur de masse*.

Il n'existe en théorie NR qu'une seule particule fondamentale, le boson de X, qui se présente sous deux formes : euclidienne et dodécaédrique. Celui-ci possède en outre *vingt-trois échelles fractales*, allant de la plus petite, correspondant à la particule X, à la plus grande, soit celle de l'univers entier. Le boson de Higgs de la physique officielle n'est qu'un cas particulier (mais fondamental) de boson de X en phase dodécaédrique, celui dont la longueur d'onde associée (et donc la masse-énergie, en raison de la relation de Planck-Einstein) correspond à la norme principale **N**.

A partir de cette unique brique élémentaire, la conception architecturale du projet d'univers de la théorie NR a pu se développer en proposant, par assemblage, diverses briques permettant de visualiser l'ensemble des vingt-quatre particules de base du Modèle standard, ainsi que ce qui a été qualifié par les physiciens expérimentateurs de « bestiaire des particules », sortes de « débris » produits par collisions dans leurs accélérateurs.

S'agissant des bosons-vecteurs, ils ont été comparés à des élastiques et des ressorts dans le cadre d'une architecture métaphoriquement baptisée « mousse de savon ». Leur détente dans l'espace, sous la forme d'ondes déformant la trame d'oscillateurs harmoniques constitutifs des bosons de X, est responsable de l'apparition des différentes forces : électromagnétique, nucléaires faible et forte, ainsi que gravitationnelle. L'unification des forces fondamentales proposée par la théorie NR est essentiellement architecturale, ne faisant usage des mathématiques qu'à la marge.

DEUXIÈME PÉRORAISON

Problème 4 : Valeurs des constantes libres du Modèle standard

Le physicien théoricien Lee Smolin précise dans son livre *Rien ne va plus en physique !* qu'il s'agit ici des constantes libres du *Modèle standard de la physique des particules*, excluant ainsi celles du *Modèle standard de la cosmologie*, lequel sera examiné avec le cinquième et dernier grand problème de la physique théorique.

Ces constantes libres **CL** sont au nombre de dix-neuf et elles sont ainsi listées dans l'article WIKIPÉDIA consacré au *Modèle standard de la physique des particules*¹ :

n°	CL	Description	Valeur
1	m_e	Masse de l'électron	511 keV
2	m_μ	Masse du muon	105,7 MeV
3	m_τ	Masse du tau	1,78 GeV
4	m_u	Masse du quark up	1.9 MeV
5	m_d	Masse du quark down	4,4 MeV
6	m_s	Masse du quark strange	87 MeV
7	m_c	Masse du quark charm	1,32 GeV
8	m_b	Masse du quark bottom	4,24 GeV
9	m_t	Masse du quark top	172,7 GeV
10	θ_{12}	Angle de mélange θ_{12} de la matrice CKM	13,1°
11	θ_{23}	Angle de mélange θ_{23} de la matrice CKM	2,4°
12	θ_{13}	Angle de mélange θ_{13} de la matrice CKM	0,2°
13	δ	Paramètre de la violation de la symétrie CP dans la matrice CKM	0,995
14	g_1	Constante de couplage U (1) (électromagnétisme)	0,357
15	g_2	Constante de couplage SU (2) (interaction faible)	0,652
16	g_3	Constante de couplage SU (3) (interaction forte)	1,221
17	θ	Angle thêta de la chromodynamique quantique	~ 0
18	v	« Valeur attendue dans le vide » du champ de Higgs	246 GeV
19	m_H	Masse du boson de Higgs	~ 125 GeV

Examinons maintenant les constantes « non libres » de la théorie NR.

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Modèle_standard_de_la_physique_des_particules.

THÉORIE NR

[1] **Masse de l'électron** : La masse de l'électron M_{eL} a été calculée une première fois à partir de considérations purement géométriques, basées sur des calculs d'hypervolumes dans un espace euclidien à quatre dimensions spatiales. L'électron a été présenté sous trois formes : *confiné* à l'intérieur d'un neutron, *partiellement libre* dans le puits de potentiel d'un proton ou *totalement libre* dans l'espace. Sa masse, comparée avec celle mesurée, a été calculée avec une précision de **1,03** %.

La théorie NR ne reconnaissant pas l'hypothèse d'égalité de masse entre particule et antiparticule, celle du positon libre a été estimée par la même méthode géométrique, et donnée comme supérieure de **12,94** % à celle de l'électron libre.

D'autre part, le *rayon de charge (section efficace)* de l'électron R_e — constante inconnue des physiciens — a été évalué géométriquement, avec pour résultat **3,355** $\times 10^{-17}$ m. A également été calculée la valeur du *rayon de Bohr* a_0 de l'atome d'hydrogène considéré dans son niveau d'énergie fondamental, avec une précision de **0,088** % obtenue par comparaison avec le résultat donné par l'équation de la *Théorie de l'électrodynamique quantique* (QED). Curieusement, la charge électrique élémentaire e ne fait pas partie des constantes libres du *Modèle standard de la physique des particules*, alors que l'origine de sa valeur — maintenant considérée comme exacte dans le système international d'unités (SI) — est inconnue. En théorie NR, son origine est parfaitement connue et sa valeur mesurée en stéradian rigoureusement fixée, puisque la charge électrique élémentaire est définie comme l'angle solide du trièdre apparaissant entre trois faces d'un tétraèdre régulier. Munis de ces trois constantes R_e , a_0 et e , l'équation de l'électrodynamique quantique définissant le rayon de Bohr a_0 de l'atome d'hydrogène (à partir de la constante de Planck h , de la constante de structure fine électromagnétique α , de la vitesse de la lumière dans le vide c et de la masse de l'électron libre M_{eL}) a été traduite selon les conventions de la théorie NR, ce qui a donné une nouvelle équation relative à la masse de l'électron libre M_{eL} en n'utilisant que deux constantes : la charge électrique élémentaire e élevée au carré et le rayon de charge de l'électron R_e . La précision obtenue par rapport à la valeur expérimentale est de **0,11** %, ce qui ne constitue pas une performance en soi, puisqu'en réalité l'équation « traduite » ne fait que reproduire

DEUXIÈME PÉRORAISON

la précision du résultat de l'équation de la physique théorique actuelle. L'intérêt de la démarche n'est pas dans cette précision, mais dans le fait que la nouvelle équation ne fait appel qu'à trois propriétés spécifiques de l'électron libre, qui sont sa masse M_{eL} , sa charge électrique élémentaire e et son rayon de charge R_e . Cette dernière constante étant inconnue des physiciens expérimentateurs, la théorie NR répond ainsi, sur ce point particulier de la masse de l'électron libre M_{eL} , à son objectif de *logique interne*.

[2] Masse du muon : La masse du muon a été approchée une première fois avec le tableau 6.1 page 89 du Tome 1 (section *origine des masses des fermions*) en divisant simplement deux fois successivement la masse M_{pXe} de la particule X par le coefficient **81** (3^4), opération qui consiste à régler la *jauge interne* de cette particule dans l'espace fractal. La valeur ainsi obtenue est **6,42 %** supérieure à la valeur expérimentale ; mais sachant que la particule X est considérée comme un espace en phase euclidienne, il suffit de multiplier cette masse par le coefficient C_{H-} applicable aux hypervolumes en phase négative pour réduire cet écart à **8,74 %**. Notons qu'en théorie NR, le muon est un objet *confiné* à l'intérieur d'un électron, possédant un quark muonique q_{μ} qui n'est pas sujet à l'*effet de pointe* puisque situé entre deux enveloppes fractales en phase négative. Tout comme les bosons intermédiaires Z^0 et W^{\pm} , la *masse-énergie* d'un muon est déterminée par celle qu'il possédait sous forme *potentielle*, avant son émission dans l'espace fractal au cours d'une collision dans un accélérateur de particule.

[3] Masse du tauon : Le tableau 6.1 de la page 89 du Tome 1 nous a montré que le muon se présentait comme une sorte de « pivot », puisque sa masse « euclidienne » obtenue par itération du facteur **81** ne s'écarte que de **6,42 %** de celle mesurée par les physiciens expérimentateurs. En revanche, celle de l'électron apparaît **2,72** fois trop élevée, et il nous a fallu faire appel aux notions d'*électron confiné* et de *framboisement* pour résorber cet apparent excès de masse.

S'agissant du tauon, sa masse obtenue à partir de celle de la particule X, par une unique itération du facteur **81**, est apparue **5,12** fois trop élevée dans le tableau 6.1 page 89 du Tome 1. Pour expliquer cet écart, nous avons fait appel à un *framboisement interne*, non dirigé vers l'espace environnant en *phase neutre* comme dans le cas de l'électron libre, mais vers la particule X en *phase euclidienne*.

THÉORIE NR

Le calcul de la masse du tauon s'est basée sur l'observation de la genèse des quarks au cours des processus topologiques d'enveloppement, l'approche graphique de la hiérarchie des quarks dite *linéaire* — la représentation des quarks par des surfaces de cercles étant encadrée par l'angle de deux droites — s'étant montrée insuffisamment précise (*Tome 1 Fig. 6.8 p. 127*). Une autre approche dite *curviligne* (*Tome 1 Fig. 6.12 p. 136*) — l'encadrement des cercles se faisant à l'aide de *demi-arches de cycloïdes* — apparut plus satisfaisante, c'est pourquoi une section consacrée à la *hiérarchie des masses des leptons de charge négative -1* a été ajoutée, en reprenant la démarche graphique et le principe de l'encadrement par des demi-arches de cycloïdes (*Tome 1 Fig. 6.19 p. 153*). Le tableau 6.12 de la page 154 du Tome 1 a ainsi pu nous proposer le calcul graphique de la masse du tauon $M_{\tau, (c)}$ à partir de celle du muon mesurée expérimentalement $M_{\mu, (m)}$, avec une précision obtenue très satisfaisante, puisque de seulement **0,25 %**.

[4 à 9] Masses des quarks : Les masses des quarks mesurées expérimentalement suivent une *hiérarchie* qui n'est pas expliquée par les théories physiques actuelles et elles sont encadrées par des marges d'incertitude très variables, allant de **0,44 %** pour le quark top à **23,81 %** pour le quark strange. La masse d'un nucléon, neutron ou proton, n'est absolument pas égale à la somme de celles des quarks censés entrer dans leurs compositions, ce qui est justifié par l'existence de quarks et d'antiquarks « virtuels » apparaissant fugacement dans la « mer de quarks et de gluons ».

La théorie NR nous a proposé une vision très éloignée de celle de nos physiciens théoriciens contemporains — particulièrement « floue » — en donnant aux nucléons et aux leptons de charge négative -1 une architecture précise, les quarks étant alors regardés comme des *détails* de l'architecture, semblables aux nœuds que l'on fait pour assurer le maintien du gonflage d'un ballon festif.

Par ailleurs, trois *quarks leptoniques* — baptisés *électronique*, *muonique* et *tauique* — ont été ajoutés aux six quarks de la liste officielle. Quant à la *hiérarchie des quarks*, elle a été expliquée à partir de la genèse des fermions par les processus topologiques d'enveloppement, à l'aide d'un procédé graphique d'encadrement par des demi-arches de cycloïdes croisées.

DEUXIÈME PÉRORAISON

Sur ces bases, le calcul des masses des différents quarks a pu être envisagé, en prenant comme base celle du plus lourd, le quark top, qui a été mesurée avec la meilleure précision. Celui-ci est regardé comme un objet « torique » soumis à la pression de l'espace. La précision du calcul de cette masse s'est établie à **0,44 %**, valeur compatible avec la marge d'incertitude expérimentale.

Les masses des quarks up, charm, bottom et strange ont également été calculées graphiquement avec une précision acceptable. Seule celle du quark down s'est largement écartée de la précision attendue, et il a fallu prendre en compte le caractère « libre dans l'espace » du neutron pour expliquer cette apparente anomalie.

Les masses des quarks leptoniques de la théorie NR ont également été calculées par la même méthode graphique, mais ces résultats n'ont qu'un caractère prospectif, puisque ces quarks n'existent pas dans le cadre de la *Théorie de la chromodynamique quantique* (QCD).

[10 à 13] Matrice CKM : La matrice CKM¹ est ainsi évoquée dans l'article WIKIPÉDIA qui lui est consacré :

La matrice CKM ou **matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa**, est une matrice unitaire qui contient les informations sur la probabilité de changement de saveur d'un quark lors d'une interaction faible. Techniquement, elle décrit la différence entre les états propres des quarks libres et les états propres des quarks en interaction faible. (...) Cette matrice peut être paramétrée par trois angles de mélange et une phase de violation de [la symétrie] CP.

Ce texte est un exemple typique du langage ésotérique pratiqué par les physiciens quantiques ; langage qui avec l'usage de termes tels que *matrice*, *probabilité*, *changement de saveur*, *états propres*, et *violation de la symétrie CP* s'est rendu inaccessible au profane et participe de l'ambiance « magique » qui émane de la physique quantique.

Ces quatre constantes « libres » de la *Théorie de la chromodynamique quantique* que sont les trois *angles de mélange de la matrice CKM* et le *paramètre de violation de la symétrie CP* ne font pas partie de l'outillage de la théorie NR, ce qui ne nous a pas empêchés de nous pencher sur cette idée de violation de la symétrie CP, symétrie de *charge* et de *parité* combinée.

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Matrice_CKM

THÉORIE NR

La conclusion a été simple : il n'existe pas en théorie NR de symétrie de charge **C**, ni de symétrie de parité **P** ; et encore moins de symétrie combinée dite **CP**. Les raisons en sont les suivantes :

- Les fermions de charge négative **-1** sont représentés par des *tracés régulateurs* soutenus par un *graphe dodécaédrique* — équivalent à l'empilement de **11** sphères autour d'une de même rayon — ou par son *graphe dual* composé de **22** tétraèdres réguliers assemblés par la pointe, en résorbant la *frustration géométrique* inhérente à la géométrie euclidienne tridimensionnelle.
- Les fermions de charge **+1** obéissent aux mêmes principes, mais en remplaçant les nombres **11** et **22** par **12** et **24**, ce qui constitue donc la justification de l'absence de symétrie de charge **C**, et accessoirement l'explication pratique de la *dissymétrie matière-antimatière*.
- Toutes les particules, *bosons* (vecteurs de forces) comme *fermions* (matière), sont au niveau élémentaire de leur *architecture* composées de *fluctuations minimales FM*, définies comme des *oscillateurs harmoniques* possédant une *pulsation* (phase), une *translation* (seulement dans le cas des bosons) et une *rotation* (hélicité). Cette dernière caractéristique d'*hélicité* « contamine » tous les objets obtenus par assemblages de fluctuations minimales, ce qui signifie que ni les bosons — en particulier les *bosons intermédiaires* Z^0 et W^\pm , vecteurs de la *force nucléaire faible* — ni les quarks qui sont des détails de l'architecture des fermions, ni les fermions eux-mêmes ne sont susceptibles de posséder une symétrie de parité **P**, ce qui serait contraire au principe même de l'*hélicité* dans l'espace usuel à trois dimensions spatiales.
- La combinaison des deux symétries **C** et **P** n'a aucune chance d'aboutir à une compensation mutuelle, puisque leurs participations à l'architecture des bosons et fermions ne sont pas de même nature (structure géométrique du graphe sous-jacent pour ce qui concerne la charge électrique et rotation interne des ondes de densité imposant le choix d'une hélicité, gauche au droite (gauche dans le cas de la théorie NR, arbitrairement et par pur mimétisme avec les principes de la physique officielle).

Les constantes « libres » du *Modèle standard de la physique des particules* relatives à la matrice CKM sont donc sans objet en théorie NR.

DEUXIÈME PÉRORAISON

[14 à 16] **Constantes de couplage** : De nouveau, il nous faut regarder ces trois nouvelles constantes « libres » du *Modèle standard de la physique des particules*, qualifiées de *constantes de couplage*, en les plaçant dans leur contexte, celui de la *Théorie quantique des champs*. Le physicien mathématicien Peter Woit les présente ainsi dans son livre *Même pas fausse ! La physique renvoyée... dans ses cordes* :

Étant donné une quelconque théorie quantique des champs, on peut effectuer son développement perturbatif (à la condition que la théorie puisse être renormalisée). Chaque fois que l'on veut calculer quoi que ce soit, ce développement nous donne une infinité de termes. Chacun de ces termes a une représentation graphique appelée diagramme de Feynman, et ces diagrammes deviennent de plus en plus compliqués au fur et à mesure que l'ordre s'élève dans le développement perturbatif. Un certain paramètre apparaît que l'on appelle « constante de couplage », typiquement relié à l'intensité des interactions. Chaque fois que l'on passe à l'ordre supérieur du développement, le terme est multiplié par cette constante de couplage. Pour que le développement aboutisse à un bon résultat, il faut que les termes deviennent de plus en plus petits. La condition pour que cela se produise dépend de la valeur de la constante de couplage. Si elle est élevée, chaque terme d'ordre élevé devient plus grand que le précédent, et toute la procédure capote. Si elle est suffisamment faible, chaque terme est inférieur au précédent, et tout va bien.

Développement perturbatif, renormalisation, diagrammes de Feynman ... nous faisons ici face aux « techniques de cuisine » des physiciens théoriciens ; procédures qui laissent sceptiques nombre de mathématiciens, en particulier celle de la *renormalisation*, consistant à faire disparaître « par magie » les infinis apparaissant dans les calculs.

Page 341 du Tome 1, dans la section **liants**, est présentée la figure 1P *Unification des quatre forces fondamentales par l'architecture*. En haut à gauche de cette figure a été reproduit le graphique montrant comment les physiciens envisagent l'unification des quatre forces fondamentales — par ordre décroissant d'intensité : nucléaire forte, électromagnétique, nucléaire faible et gravitationnelle — en supposant que celles-ci doivent converger et ainsi s'unifier à un certain niveau d'énergie. Les quatre *constantes de couplage* notées α_s α_e α_w α_g sont donc des *variables*, qui évoluent et convergent en fonction du niveau d'énergie.

THÉORIE NR

La partie principale de la figure 1P nous a donné la vision purement géométrique de la théorie NR sur l'unification des quatre forces fondamentales de la physique. Les différentes *constantes de couplage* α_s , α_e , α_w et α_g y sont repérées non en raison d'une supposée convergence à un niveau d'énergie fantastiquement élevé — celui de l'hypothétique Big Bang — mais par la localisation spécifique de leurs interventions dans un atome de deutérium, constitué d'un neutron, d'un proton et d'un électron. Cet atome de deutérium est considéré comme étant *au repos*, ce qui signifie que toutes les distances entre les différents éléments décrits par la figure 1P sont figées.

A partir de cette disposition *architecturale*, les valeurs des constantes de couplage α_s , α_e , α_w et α_g « fixes » ont pu être déterminées :

- La constante de couplage de la force nucléaire forte α_s est considérée comme exactement égale à 1, en raison de l'égalité des rayons de charge du neutron et du proton.
- La force électromagnétique est régie par la *constante de structure fine* adimensionnelle α_e , et sa valeur a été calculée avec une précision d'environ 13 millièmes.
- Le processus de désintégration radioactif β^- a été illustré par la figure 6.7 du Tome 1 page 122 intitulée *Géométrie fractale des neutrinos et principe de la désintégration β^-* . De cette vision « hyperréaliste » de la théorie NR, on déduit que la *force nucléaire faible* — et donc sa constante de couplage α_w — est à mettre en relation avec la notion de *tension superficielle*, la « peau » des nucléons se comportant à la manière d'une « bulle de savon fractale ». La constante de couplage α_w a été calculée avec une précision de 2,20 ‰, en se référant à la valeur expérimentale de $1,018 \times 10^{-5}$.
- La valeur de la constante de couplage de la force gravitationnelle α_g a été définie à partir de l'équation d'équilibre $\alpha_e R_H = \alpha_g \varnothing_u$, en constatant que le produit du rayon de Bohr de l'atome d'hydrogène R_H par la constante de structure fine électromagnétique α_e était égal au diamètre de l'univers (univers dit *observable* selon le *Modèle standard de la cosmologie*) \varnothing_u par la constante de structure fine gravitationnelle α_g .

Les *constantes de couplage* « libres » du *Modèle standard de la physique des particules* sont donc également sans objet en théorie NR.

DEUXIÈME PÉRORAISON

[17] **Angle thêta de la chromodynamique quantique** : L'angle thêta² θ de la *Théorie de la chromodynamique quantique* (QCD) est ainsi défini dans l'article WIKIPÉDIA qui lui est consacré :

L'**angle thêta**, en physique quantique, est une caractéristique de secteurs de supersélections, lesquels résultent de la décomposition de l'espace de Hilbert. [...]

Il apparaît que si G est un groupe de Lie, $\pi_3(G)$ est \mathbf{Z} , l'ensemble des nombres relatifs. Si U représente une transformation de mesure d'invariante topologique 1, alors l'espace de Hilbert se décompose en secteurs de supersélection, marqués par un **angle thêta** θ tel que :

$$\Psi[U\mathbf{A}U^{-1} - (dU)U^{-1}, U\phi] = e^{i\theta}\Psi[\mathbf{A}, \phi]$$

L'encyclopédie UNIVERSALIS donne ces autres informations :

Il faut enfin s'arrêter sur l'épineux problème de l'état fondamental de la chromodynamique, ce qu'on appelle en physique quantique le « vide », l'état d'énergie minimale d'un ensemble de gluons, de quarks et d'antiquarks en interactions. La chromodynamique a-t-elle un seul état fondamental ? À la fin des années 1970, le théoricien néerlandais Gerard 't Hooft (né en 1946, prix Nobel 1999 pour ses travaux sur l'interaction électrofaible) démontre que la CDQ possède une infinité de vides équivalents et que du choix d'un de ces états dépend l'invariance de la théorie dans la transformation échangeant la matière et l'antimatière. Cette transformation est notée CP , produit de la conjugaison de charge C et de l'inversion P (pour parité). Ce choix d'un vide particulier est équivalent au choix d'un paramètre noté θ (thêta) inconnu. L'analyse de certains résultats expérimentaux prouve que θ est nul, avec une précision gigantesque. Ce résultat incite les théoriciens à rechercher une raison dynamique à l'origine de cette valeur ; en 1977, Roberto Peccei et Helen Quinn, de l'université Stanford (Californie), proposent de remplacer ce paramètre par un champ fondamental en interaction avec toutes les particules. Cet « axion » – un nom de lessive pour laver la QCD d'une difficulté originelle – permet de réconcilier la multitude des vides et l'invariance des interactions fortes dans la symétrie CP .

Peter Woit évoque cet angle θ dans son livre *Même Pas fausse ! La physique renvoyée... dans ses cordes*, en posant cette question:

Pourquoi le paramètre θ est-il nul ? Ce paramètre détermine la valeur d'un possible terme supplémentaire dans la partie QCD de la théorie, et l'expérience montre qu'il est absent. On voudrait bien en connaître la raison.

2 Voir site : https://fr.wikipedia.org/wiki/Angle_thêta

THÉORIE NR

Affaire de spécialistes donc, et grand mystère ! *Secteurs de supersélections, décomposition de l'espace de Hilbert, groupe de Lie, transformation de mesure d'invariante topologique 1*, autant de concepts qui n'interviennent pas en théorie NR. Retenons simplement que les *secteurs de supersélections* sont définis comme « des propriétés de mécanique quantique de grandeurs physiques ayant des valeurs **certaines** pour différents états physiques » et que le but des physiciens est de « réconcilier la multitude des vides et l'invariance des interactions fortes dans la symétrie CP ».

Ces valeurs *supersélectives* « certaines » sont par exemple la *masse*, la *charge électrique* ou le *spin* d'une particule.

Quant au scepticisme des physiciens devant cet « angle nul » qu'ils ont eux-mêmes créé¹, il faut le mettre en rapport avec l'image qu'ils se sont donnée de la structure interne d'un nucléon — neutron ou proton — appelée métaphoriquement « *la mer de quarks et de gluons* » (voir Fig 7.8 et 7.9 page 204 du Tome 1). Difficile effectivement de concilier cette vision floue avec l'existence de *secteurs de supersélections*, débouchant sur des *valeurs certaines*.

Rien de tel en théorie NR, laquelle applique une géométrie rigoureuse à la structure interne des nucléons, par le truchement de ses *tracés régulateurs*, le plus performatif étant probablement celui de la figure 6.23 page 162 du Tome 1 intitulée *Angles de projection des quarks du neutron*, montrant la coupe à l'échelle d'un neutron, avec tous ses composants — quarks et électron confiné — parfaitement dimensionnés et localisés dans l'espace. C'est grâce à cette conception géométrique que les *facteurs de Landé* du neutron et du proton ont pu être calculés avec une excellente précision de **0,03 %** pour le neutron et de **0,18 %** en ce qui concerne le proton.

De cette approche *architecturale*, il résulte qu'il n'y a en théorie NR qu'un seul état de vide possible à l'intérieur des nucléons, celui qui procède de l'assemblage de *fluctuations minimales FM* croisées, aboutissant, suite au processus topologique de double enveloppement, à la création de particules de matière soustraites à l'expansion de l'espace. L'échelle métrique de ces particules est directement reliée à la norme **N** égale à $\sqrt{2\pi L_p}$, où **L_p** est la *longueur de Planck*.

Exit donc l'angle **θ** de « nulle valeur ».

1 Angle qui ne peut être un objet *physique*, la « nullité » étant contraire au principe NR.

DEUXIÈME PÉRORAISON

[18] « Valeur attendue dans le vide » du champ de Higgs : L'encyclopédie WIKIPÉDIA, dans sa version en langue anglaise, consacre un article¹ à ce problème du *champ de Higgs*, dont voici un extrait :

The Higgs field has a vacuum expectation value of 246 GeV. This nonzero value underlies the Higgs mechanism of the Standard Model. This value is given by $v = 1/\sqrt{\sqrt{2} G_F^o} = 2 M_W / g \approx 246,22 \text{ GeV}$, where M_W is the mass of the W Boson, G_F^o the reduced Fermi constant, and g the weak isospin coupling, in natural units. It is also near the limit of the most massive nuclei, at $v = 264.3 \text{ Da}$.

L'article WIKIPÉDIA dédié à la *Théorie quantique des champs*² nous donne lui cette indication :

Après brisure de symétrie, qui se produit autour de 246 GeV, le champ de Higgs acquiert une valeur moyenne non nulle dans le vide. On peut alors réécrire le lagrangien en faisant explicitement apparaître le champ de Higgs. Le couplage résiduel au champ de Higgs s'interprète alors comme des termes de masse pour les bosons de jauge (et pour le boson de Higgs).

La création du *champ de Higgs* a pour but essentiel de donner une masse aux bosons intermédiaires W^\pm et Z^0 . Dans le langage des physiciens théoriciens, une *brisure spontanée de symétrie* (du vide) a du intervenir, pour donner leur masse à ces trois bosons intermédiaires (dits *de jauge*) et au boson de Higgs lui-même. Le texte anglais nous indique que l'énergie de cette brisure se calcule à partir de la masse du boson W^\pm et de la constante de couplage g de la force nucléaire faible. Le résultat attendu de cette énergie de brisure de symétrie du champ de Higgs est donc de **246,22 GeV**.

La théorie NR a substitué au très médiatique *boson de Higgs* le *boson de X*, doté dans sa *phase euclidienne hexagonale* d'une masse-énergie de **122,95 GeV**. Cette masse *euclidienne*, directement liée à la longueur d'onde associée à la norme **N** — par application de la relation de Planck Einstein — nous a donné l'état de l'espace avant toute *opération topologique d'enveloppement*. Si nous multiplions par deux cette masse euclidienne du boson de X, nous obtenons la valeur de **245,91 GeV**, inférieure à celle attendue par les physiciens de seulement **1,28 %**.

Reste à interpréter cette surprenante coïncidence !

1 Article WIKIPÉDIA : https://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_expectation_value

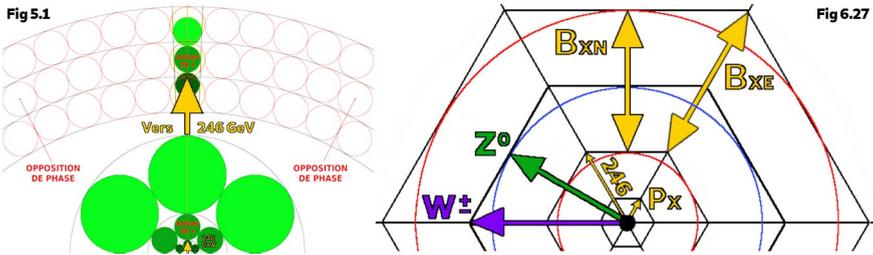
2 Article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie_quantique_des_champs

THÉORIE NR

Notons que si nous multiplions par deux la masse du boson de Higgs de **125,38 GeV** établie en 2020 au CERN par l'expérience CMS, l'écart avec la *valeur attendue dans le vide du champ de Higgs* n'est plus du tout significatif, puisque le résultat est de **250,76 GeV**, ce qui représente un excédent de **3,62 %**. C'est donc bien du côté de la *masse euclidienne* du boson de X qu'il nous faut chercher une explication. Aux pages 41 à 45 du Tome 1, la sixième section du chapitre 3 *Espace-temps* a été consacrée à la description de la genèse des différentes particules de matière par le *processus topologique d'enveloppement*. L'idée était que l'expansion de l'espace se faisait sous forme de nappes planes de bosons de X assemblés selon une maille hexagonale, nappes supposées instables dans un espace doté d'une courbure interne positive. A partir d'un certain niveau d'énergie, ces nappes planes devenaient susceptibles de se transformer en objets sous-tendus par un graphe dodécaédrique, d'où l'introduction de la notion de *boson de X en phase neutre dodécaédrique*, doté d'une masse-énergie calculée ne différant que de **0,72 %** de la plus récente masse établie par la collaboration CMS.

La double épure suivante reproduit des extraits des figures 5.1 et 6.27 du Tome 1, avec ajoutés des vecteurs radiaux jaunes associés à la masse-énergie de **246 GeV** dont la norme « après enveloppement » est égale à la moitié de celle du vecteur associé du boson de X euclidien B_{XE} , et accessoirement au triple de celle du vecteur P_X caractéristique de la masse-énergie de la particule X.

Fig. 2P : Vecteur radial du champ de X (masse-énergie calculée de **245,91 GeV**)



L'interprétation en théorie NR de cette « *Valeur attendue dans le vide* » du *champ de Higgs* est donc la suivante. L'énergie requise pour transformer un *boson de X euclidien* en un *boson de X neutre dodécaédrique* est représentée par le vecteur radial aboutissant à la face interne de la sous-structure intermédiaire d'un lepton (électron ou positon) caractérisée par la norme **N** égale à la longueur d'onde $\lambda_{B_{XE}}$ associée au boson de X euclidien B_{XE} .

DEUXIÈME PÉRORAISON

[19] **Masse du boson de Higgs** : La dernière constante « libre » du *Modèle standard de la physique des particules* qu'il nous faut examiner n'est autre que la masse M_H du boson de Higgs H^0 , objet fondamental des théories quantiques des champs, conjecturé en juin 1964 par François Englert et Robert Brout, en août 1964 par Peter Higgs, puis un peu plus tard par Gerald Guralnik, Carl Richard Hagen et Thomas Kibble, d'où son acronyme complet de boson BEHHGK. Le 4 juillet 2012, le CERN annoncé la découverte du boson H^0 avec un degré de confiance de **99,99997 % (5σ)**. Sa masse a été évaluée en 2019 à **$125,35 \pm 0,15$ GeV** (CMS), puis en 2023 à **$125,11 \pm 0,11$ GeV** (ATLAS). Ces deux mesures les plus récentes ne se recoupent donc que dans un faible intervalle, entre **125,20 GeV** et **125,22 GeV**.

Contrairement aux bosons de jauge W^\pm et Z^0 de la théorie électrofaible, la masse du boson H^0 ne pouvait pas être prédite dans le cadre du *Modèle standard*, et son origine reste à ce jour parfaitement mystérieuse pour les physiciens théoriciens, lesquels s'étonnent même qu'elle soit si faible par rapport à la *masse de Planck* de **$1,220\ 890 \times 10^{19}$ GeV**. Rappelons que le mécanisme du boson H^0 à été initialement inventé par les physiciens Salam, Glashow et Weinberg pour contourner le problème de la masse des bosons, et en particulier pour briser la symétrie de jauge permettant aux W^\pm et Z^0 d'acquérir une masse. L'article WIKIPÉDIA consacré au boson de Higgs pose ces « *questions résiduelles* » :

Les particules élémentaires (bosons, fermions) acquièrent une masse à cause du champ de Higgs, mais pourquoi chaque particule acquiert-elle une masse différente, voire n'acquiert-elle pas de masse du tout comme dans le cas du photon ? Pourquoi la force de l'affinité des particules avec le champ de Higgs — ce qu'on appelle le couplage — est-elle si différente d'une particule à l'autre, et donc comment expliquer cette hiérarchie des masses ? Aujourd'hui, on ne connaît pas les réponses à ces questions, et la seule théorie du boson de Higgs ne permet pas d'y répondre.

Ainsi, les concepts de *champ* et de *boson de Higgs* ne permettent pas d'expliquer ne serait-ce que par exemple la masse du proton, très largement supérieure à la somme de celles des trois quarks censés constituer cette particule en *Théorie de la chromodynamique quantique*. N'expliquer que les masses des bosons de jauge W^\pm et Z^0 reste donc un objectif faiblement ambitieux.

THÉORIE NR

Dans les « histoires parallèles » de la théorie NR, le *boson de Higgs* s'est transformé en *boson de X*, les caractéristiques des deux particules ayant fait l'objet d'une longue comparaison pages 73 et 74 du chapitre 4 du Tome 1. La portée de cet objet est beaucoup plus universelle, et sa création a reposé sur l'idée d'associer à la masse mesurée du boson H^0 une longueur d'onde obtenue par application de la relation de Planck-Einstein $\lambda = hc / E$. C'est ainsi qu'à pu être définie la norme $N = \sqrt{2 \pi L_p}$, égale à cette longueur d'onde λ_{BxE} recherchée. Détails de la construction de la norme N :

➤ La longueur de Planck L_p est ainsi définie : $L_p = \sqrt{\frac{h G}{2 \pi c^3}}$ (MS)

➤ Les constantes h et G ont été converties en théorie NR :

$$(MS) \rightarrow (TNR) \quad h = \mu_\infty c \quad \text{et} \quad G \rightarrow G_0 = \mu_0 \alpha^2$$

➤ Norme N convertie est devenue : $N = \lambda_{BxE} = \sqrt[4]{2 \pi \mu_\infty \mu_0 \frac{\alpha^2}{c^2}}$ (TNR)

Comme il a été rappelé avec l'étude de la « Valeur attendue dans le vide » du champ de Higgs de **246 GeV**, le boson de X se présente sous deux formes, en *phase euclidienne hexagonale* et en *phase neutre dodécaédrique*, avec des masses calculées de **122,95 GeV** et **125,47 GeV**. Ces deux masses ont été établies à partir des formules suivantes :

$$\text{Masse } M_{BxE} : M_{BxE} = \frac{hc}{\lambda_{BxE}} \quad (\text{TNR}) \quad \text{Masse } M_{BXN} : M_{BXN} = M_{BxE} C_{HN} \frac{C_{S0}}{C_{SN}} \quad (\text{TNR})$$

Les coefficients spécifiques de la théorie NR utilisés pour convertir la *masse euclidienne* en *masse neutre* sont de nature strictement trigonométrique :

$$C_{HN} = \left(\frac{20}{4 \pi} \arccos \frac{23}{27} + \frac{1}{2} \tan \frac{\pi}{12} \right)^2 \quad \text{et} \quad \frac{C_{S0}}{C_{SN}} = \frac{23 \arccos \frac{23}{27}}{20 \arccos \frac{23}{27} + 2 \pi \tan \frac{\pi}{12}}$$

N'interviennent donc dans les calculs des deux masses du boson de X que les constantes classiques h c α et μ_0 (MS), les constantes converties G_0 et μ_∞ (TNR), ainsi que les formules trigonométriques **arccos (23/27)** et **tan ($\pi/12$)**.

Les masses du boson de X sont donc *exactes* par définition, au détail près que la constante de Newton a été remplacée par la constante G_0 — caractéristique de l'attraction gravitationnelle de l'atome d'hydrogène — dont la valeur dépasse celle de G de **2,61 %**.

DEUXIÈME PÉRORAISON

Problème 5 : La matière noire et l'énergie noire

Il ne nous reste plus qu'à « chasser les idées noires des physiciens », objet du *cinquième grand problème de la physique théorique* selon Lee Smolin.

Commençons par la *matière noire*. Dès 1933, l'astronome suisse Fritz Zwicky détecte une anomalie gravitationnelle dans le comportement d'un groupe de galaxies en interaction dans un amas, phénomène confirmé en 1936 par l'astronome américain Sinclair Smith. Entre 1959 et 1970, de nombreuses observations mirent en évidence une autre anomalie gravitationnelle concernant la *courbe de rotation* des galaxies spirales, ce qui a abouti à envisager l'hypothèse de la présence d'une *matière noire* dans les halos galactiques. A ce jour, aucun résultat expérimental n'est venu étayer cette spéculation, ce qui conduit certains astrophysiciens¹ à envisager l'hypothèse concurrente d'une *Théorie de la gravitation modifiée*, comme par exemple la *Théorie MOND (Modified Newtonian Dynamics)*, proposée en 1983 par le physicien israélien Mordehai Milgrom. L'affaire en reste là, bien que de nombreuses expériences aient été élaborées pour tenter de déboucher cette mystérieuse matière invisible.

Du côté de la théorie NR, rappelons que *force électromagnétique* et *force gravitationnelle* ont été unifiées, tout comme les concepts de *photon* et de *graviton*. Par ailleurs, les valeurs des *constantes de couplage* de ces deux forces ont été calculées dans ce cadre unifié — c'est-à-dire sans faire appel à des paramètres « glissants », en fonction du niveau d'énergie ambiant — le rapport α_e / α_G s'établissant à $1,24 \times 10^{36}$. La conséquence logique de cette unification, et le constat du gigantesque écart constaté entre les valeurs de couplage des deux forces, est qu'une très faible présence de *matière ionisée* peut induire une sensible modification de la courbure de l'espace, et subséquemment de la force gravitationnelle. Or, le milieu interstellaire est partiellement ionisé et le milieu intergalactique est lui fortement ionisé. Rien d'étonnant donc, dans ces conditions, que la loi de la gravitation doive nécessairement être modifiée et complétée pour tenir compte de cet effet.

1 Lee Smolin nous indique (Rien ne va plus en physique !) : « *Les astronomes préfèrent cette hypothèse, en grande partie parce que la seule concurrente — l'hypothèse selon laquelle les lois de Newton sont fausses et par extension la relativité générale — est trop effrayante pour qu'on ose l'envisager* ».

THÉORIE NR

Même si espaces interstellaires ou intergalactiques semblent *a priori* peu accessibles à une description géométrique simple, les récentes mesures de distances et les simulations numériques réalisées par les astrophysiciens nous montrent que l'Univers possède une structure filamenteuse, sorte de réseau hydrographique tridimensionnel, où galaxies et amas de galaxies sont entraînés et convergent vers des *grands attracteurs*.

Ce constat est tout à fait compatible avec l'hypothèse astrophysique principale de la théorie NR, celle d'un *univers fractal dodécaédrique en expansion convergente*, possédant une architecture semblable à celle d'une « mousse de savon », structurée par des bulles, des faces, des arêtes et des sommets, ces deux derniers éléments prenant la place des *filaments* et des *attracteurs*.

Mais il nous a fallu ajouter à cette hypothèse géométrique la notion d'*autopoièse*, laquelle nous a permis d'imaginer une sorte de « météo universelle », évaporations et précipitations assurant le fonctionnement et la pérennité de ce « réseau hydrographique gravitationnel ». Pour cela, nous avons dû renoncer à la notion de *trou noir* — autre « idée noire » des physiciens — qui en raison de son caractère de « cul-de-sac » ne peut être fonctionnelle que si on imagine ces hypothétiques « monstres gravitationnels » couplés avec des « fontaines blanches », restituant leur contenu à l'autre bout de l'Univers, voire dans une autre contrée du Multivers.

Ces fâcheux trous noirs ont donc été remplacés par des *étoiles à neutrons à la gravité modifiée*, comparées métaphoriquement à des « paires de meules toriques », chargées de « moulin » l'espace et la matière et d'en restituer le contenu sous forme de *jets bipolaires* reproduisant « en continu » la genèse des fermions, et projetant dans l'espace intergalactique, à une vitesse proche de celle de la lumière, des électrons, des positons, et des neutrons se divisant en protons électrons et neutrinos par désintégration β^- . C'est ainsi que le « très douteux » Big Bang — « défi à la causalité » — se retrouve éparpillé (dans le temps), « en kit », ce qui accessoirement nous a également permis de nous débarrasser de l'encombrante hypothèse de l'*inflation cosmique*.

Pour conclure, en théorie NR, la matière ionisée — baptisée *état plasma de la matière* — a pris la place de la *matière noire* et a modifié la théorie de la gravitation, tant newtonienne qu'einsteinienne.

DEUXIÈME PÉRORAISON

Poursuivons notre réponse au cinquième grand problème de Lee Smolin, en résumant les idées que nous avons proposées pour « démystifier » l'hypothèse de l'énergie noire (ou seulement *sombre* dans le meilleur des cas).

L'univers (avec un **u** minuscule), tel qu'il fut conçu suivant les principes de la théorie NR, repose sur un paradigme radicalement différent de celui du *Modèle standard de la cosmologie*, dit Λ CDM, la lettre grecque Λ étant associée à l'énergie sombre et l'acronyme CDM signifiant *Cold Dark Matter (Matière noire froide)*. Rappelons les principales hypothèses qui différencient ces deux paradigmes :

ΛCDM	TNR
Univers en expansion accélérée (Big Bang et énergie sombre)	Univers fractal dodécaédrique en expansion convergente
Taille de l'Univers actuellement croissante	Taille fixe de l'univers (stabilisation gravitationnelle)
Temps réversible dans les équations	Espace héraclitéen non commutatif
Espace courbe (par rapport à l'espace euclidien)	Espace neutre courbe (par rapport à l'espace neutralisé)
Hypothèse de l'inflation	Univers autopoïétique
Fonds diffus cosmologique	Anti Voie lactée
Théories RG et MQ non unifiées (unification potentielle par l'énergie)	Théories RG et MQ unifiées (unification architecturale des 4 forces)
Matière noire froide	Gravité modifiée (plasma)
Longueur de Planck L_P	Norme N
Différents champs : électrique, magnétique, gravitationnel, quantique, Higgs	Champ unique : l'espace fractal formé d'oscillateurs harmoniques (FM)
Boson de Higgs	Boson de X
Principe de décohérence	Principe de recohérence
Augmentation de l'entropie globale	Entropie globale constante

Ainsi, bien que les deux théories soient fondées sur les mêmes constats — les formidables résultats obtenus depuis plus d'un siècle par les physiciens expérimentateurs — force est de constater qu'il existe un profond fossé entre *constatations* et *interprétations*. Les premières sont souvent considérées comme solidement prouvées, alors que les secondes sont très nombreuses, le modèle Λ CDM, dit standard, n'étant qu'un exemple parmi d'autres.

Mais quelle interprétation de l'énergie noire avons nous donnée ?

THÉORIE NR

Ce concept est ainsi présenté dans l'article WIKIPÉDIA consacré à l'*énergie sombre*¹ :

En cosmologie, l'**énergie sombre** ou **énergie noire** (en anglais : *dark energy*) est une forme d'énergie hypothétique remplissant uniformément tout l'Univers et dotée d'une pression négative, elle se comporte comme une force gravitationnelle répulsive. L'existence de l'*énergie sombre* est nécessaire pour expliquer, dans le cadre du modèle standard Λ CDM, diverses observations astrophysiques, notamment l'accélération de l'expansion de l'Univers détectée au tournant du XXI^e siècle. L'énergie sombre ne doit pas être confondue avec la matière noire qui, au contraire, ne remplit pas uniformément l'Univers et qui interagit normalement (forces attractives) avec la gravitation.

Malgré une densité très faible (de l'ordre de 10^{-29} g/cm³), l'énergie sombre serait une composante majeure de l'Univers, représentant environ 68 % de la densité d'énergie totale de l'Univers.

Sa nature reste aujourd'hui encore inconnue. Il peut s'agir simplement de la constante cosmologique induite par la relativité générale qui aurait une valeur non nulle. Il existe d'autres hypothèses, menant soit à une modélisation différente de la matière (quintessence, k-essence, modèles unifiés de matière et d'énergie sombre), soit à une modélisation différente de la gravitation (gravité $f(R)$, champs scalaires, cosmologie brannaire). Le choix entre ces différentes hypothèses dépend essentiellement des contraintes apportées par l'observation, notamment des supernovas de type Ia, du fond diffus cosmologique ou des oscillations acoustiques baryoniques. L'existence de l'énergie sombre est par ailleurs contestée par divers modèles cosmologiques alternatifs au modèle standard Λ CDM, la considérant comme un simple artefact *ad hoc* rappelant l'hypothèse de l'éther luminifère de la fin du XIX^e siècle.

Le constat expérimental fondant l'hypothèse de l'*énergie noire* provient donc de l'observation des *supernovas de type Ia*², également appelées *supernovas thermonucléaires*, faisant office de ce que les physiciens ont baptisé *chandelles standard*³, objets cosmiques variés permettant d'arpenter l'Univers à différentes échelles. Ces supernovas de type Ia nous donnent accès à la détermination des distances des galaxies lointaines.

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_sombre

2 Voir article WIKIPÉDIA: https://fr.wikipedia.org/wiki/Supernova_thermonucléaire

3 Voir article WIKIPÉDIA: https://fr.wikipedia.org/wiki/Chandelle_standard

DEUXIÈME PÉRORAISON

L'accélération de l'expansion de l'Univers s'explique très naturellement en théorie NR. L'hypothèse d'un Univers issu d'un Big Bang initial a été écartée au profit d'un univers possédant une structure globale parfaitement stable (et éternelle en *temps mathématique*) mais soumise au principe d'*autopoïèse*, qui impose que tout élément de matière peuplant cet univers (soumis au *temps réel* par frottement de l'espace) a été créé et sera détruit.

C'est ce que nous avons appelé le « Big Bang en kit », qui signifie que si nous imaginons mentalement rassembler toutes les particules au même endroit au moment de leur création et toutes les particules détruites à un autre endroit, nous obtiendrions une sorte de Big Bang d'un côté et de Big Crunch de l'autre. Cette idée, métaphoriquement comparée à un paquet de spaghetti encore emballé, est parfaitement imaginaire ; et dans la réalité les spaghettis sont « cuits à point » et entièrement mélangés dans la « grande casserole cosmique ».

Nous avons donc supposé que le *fonds diffus cosmologique* n'était pas l'image dégradée de l'Univers issu du Big Bang au moment de la recombinaison, mais celle de la galaxie opposée à la notre dans l'espace sphérique que nous avons baptisée *Anti Voie lactée*.

C'est pourquoi nous avons modifié la courbe en S représentant pour les physiciens l'évolution dans l'espace (et dans le temps cosmique) du *redshift* des galaxies, en renversant sa moitié droite pour la rendre conforme au principe de projection des forces dans l'espace suivant des courbes cycloïdales (cardioïde, néphroïde, et cycloïde droite utilisée pour le développement temporel).

Ainsi, il apparaît clairement qu'au delà de la moitié du diamètre de l'univers (vers 6,9 milliards d'années-lumière), l'expansion doit nécessairement s'accélérer, jusqu'à atteindre la vitesse de la lumière *c* au contact des atomes de notre « antigalaxie ». Pour conclure sur ce deuxième point, nous n'avons pas besoin en théorie NR de faire appel à une mystérieuse énergie noire pour expliquer l'accélération de l'expansion de l'univers.

Matière noire et *énergie noire* ayant été écartées, il nous reste pour finir l'étude du cinquième et dernier *grand problème de la physique théorique* selon Lee Smolin à examiner la nature des constantes du *Modèle standard de la cosmologie Λ CDM*.

THÉORIE NR

La théorie NR ayant procédé à une *unification architecturale* des quatre forces fondamentales de la nature, la séparation entre *Modèle standard de la physique des particules* et *Modèle standard de la cosmologie* perd de sa pertinence, le diamètre de l'univers étant directement relié à la norme **N** appliquée à la description métrique des particules de matière, gigantesque bond, vous en conviendrez !

Par ailleurs, le comportement gravitationnel des corps célestes comme la Terre et la Lune a pu être traité de la même manière que celui des particules fondamentales que sont le proton et le neutron, grâce au concept de *Force de Casimir Généralisée* (FCG).

D'autre part, le *Système International d'Unités* (SI) a été remplacé par une *métrologie* extrêmement simplifiée (TNR), ne laissant subsister comme constantes fondamentales *dimensionnées* que la *vitesse de la lumière dans le vide* **c** et deux *viscosités cinématiques* μ_0 et μ_∞ . Quant à la *charge électrique élémentaire* **e** et la *constante de structure fine électromagnétique* α , elles ont été respectivement associées à un *angle solide* et à un *angle hypersolide*, exprimés en *stéradian* et *hyperradian*, devenant ainsi des constantes *adimensionnelles*, possédant toutefois les dimensions cachées $L^2 L^{-2}$ et $L^4 L^{-4}$.

Dans le domaine spécifique de l'astrophysique, un article WIKIPÉDIA dresse le *tableau des constantes et paramètres astrophysiques*¹, sur la base du modèle Λ CDM dit *Modèle standard de la cosmologie*. Les *paramètres* ont des valeurs purement contingentes, comme par exemple l'unité astronomique **ua** donnant la valeur moyenne de la distance entre la Terre et le Soleil.

Quant aux notions spéculatives comme les *rayons de Schwarzschild*, associés à la mesure des *horizons des trous noirs*, elles deviennent sans objet dans une théorie où la notion même de *trou noir* a été abandonnée, au profit d'une conception nouvelle des *étoiles à neutrons*, dans un cadre de gravitation modifiée.

Restent les *constantes astrophysiques*, qu'il nous faut examiner et interpréter selon les principes de la théorie NR :

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Table_de_constants_et_paramètres_astrophysiques

DEUXIÈME PÉRORAISON

- Les *unités de Planck* (longueur, temps, masse et température) sont écartées, bien que la norme **N** ait été définie à partir de la *longueur de Planck* L_P par l'équation $N = \sqrt{2 \pi L_P}$. Ces unités, qui posent d'immenses problèmes d'échelle aux physiciens théoriciens, deviennent inutiles dans un univers dont la maille élémentaire est le boson de X, possédant une longueur d'onde associée devenue accessible aux plus modernes collisionneurs de particules, soit environ dix milliardièmes de milliardièmes de mètre ($10^{-17}m$).
- La *constante de Hubble* H_0 est définie par les astrophysiciens comme la *constante de proportionnalité existant aujourd'hui entre la distance et la vitesse de récession apparente des galaxies de l'Univers observable*¹. De nouveau, un problème se pose puisque les valeurs de H_0 , mesurées selon diverses procédures, sont incompatibles entre elles, ce qu'exprime l'article WIKIPÉDIA intitulé *Tension de Hubble* :

La **tension de Hubble** est la différence de mesure (environ 8 %) entre la méthode directe (en mesurant directement les distances) et la méthode utilisant le fond diffus cosmologique pour mesurer la vitesse de fuite des objets extragalactiques.

En théorie NR, il n'existe pas de constante de proportionnalité entre la distance et la vitesse de récession apparente des galaxies de l'Univers observable, tout d'abord parce que la taille de l'*Univers observable* est tout simplement la taille fixe de l'*univers en expansion convergente*, ensuite en raison de la vitesse variable de l'expansion de l'espace (*courbe brachistochrone*), qui nous a permis d'écarter l'hypothèse de l'*énergie noire*.
- Notons que les différents *paramètres de densité* caractéristiques de l'Univers observable (matière, rayonnement, neutrinos, et énergie sombre) deviennent des constantes dans un univers autopoïétique de taille fixe et sans âge, à l'exception de la *densité d'énergie sombre*, cette forme hypothétique d'énergie venant d'être écartée.
- Pour finir, rappelons que dans notre métrologie simplifiée, la constante Boltzmann K_B — intervenant dans de nombreux problèmes liés à la thermodynamique — devient *adimensionnelle*, la température prenant la dimension d'une énergie $L^3 T^{-3}$ (TNR).

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Constante_de_Hubble

Synthèse des cinq thèses

La théorie NR, confrontée aux *Cinq grands problèmes de la physique théorique* énoncés par le physicien théoricien Lee Smolin, a-t-elle « vaincu » la physique théorique contemporaine avec les cinq thèses « en réplique » qui viennent d'être exposées ? Cet extrait de l'article WIKIPÉDIA intitulé *Fin de la science*¹ nous montre que l'idée d'une fin prochaine de la physique théorique est relativement ancienne :

De manière générale, nombre de scientifiques annoncent la fin imminente du progrès de la science, ou de l'une de ses branches. Ainsi, James Clerk Maxwell, William Thomson, ou plus récemment Stephen Hawking, tous spéculèrent sur la fin prochaine de la physique.

Le pronostic le plus récent est dû au physicien Stephen Hawking (1942 – 2018), son avis étant ainsi évoqué par Peter Woit dans son livre *Même pas fausse ! La physique renvoyée dans ses cordes*, publié en France en 2007 :

[...] Lorsque Stephen Hawking obtint la chaire de professeur à Cambridge, qui fut celle de Newton, il prononça, le 29 avril 1980, une conférence inaugurale dont le titre était « La fin de la physique » théorique est-elle en vue ? ». Il exprima alors l'opinion que la physique des particules était près d'atteindre une théorie complète et unifiée de toutes les forces de la physique. La supergravité $N = 8$ était cette théorie et, à son avis, il y avait 50 % de chances qu'à la fin du siècle elle soit pleinement achevée. De nombreuses personnes à ce moment là pouvaient penser que Hawking ne serait plus là pour fêter l'évènement (qu'il serait décédé tant ses problèmes de santé étaient sérieux). Mais heureusement ce n'est pas le cas. Il n'en va pas de même pour la supergravité $N = 8$. [...]

Plus de quarante années après la conférence inaugurale de Stephen Hawking, la théorie de la supergravité $N = 8$ est tombée dans les oubliettes de l'*Histoire des sciences* et aucun des *cinq grands problèmes de la physique théorique* énoncés par Lee Smolin ne semble avoir trouvé un début d'explication... La théorie NR étant « d'essence architecturale », elle n'a pas, en principe, vocation à être confrontée aux théories physiques. Elle ne peut donc être, au mieux, que la « *fin de l'Architecture* », à tout le moins d'un point de vue *métrique*, la taille de l'Univers étant par principe réputée indépassable.

1 Voir article WIKIPÉDIA : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fin_de_la_science