

Le photon

Si on laisse de côté les nouveaux bosons éventuellement créés par libération de parties de fermions dans des collisions de particules, l'univers bosonique est essentiellement constitué de **photons**. Les bosons ont été définis comme un unique boson de X ou un groupe de bosons de X « harmonisés », localement voisins dans l'espace et synchronisés dans le temps. Cette définition vaut donc également pour le photon, la différence avec les autres bosons étant qu'ils ne sont pas uniquement créés par libération de parties de fermions dans une collision, mais également par les mouvements des fermions eux-mêmes dans l'espace. Un fermion — non soumis à l'expansion de l'espace — est donc susceptible de transmettre son mouvement propre aux bosons de X formant la trame de l'espace, mouvement qui se propage sous la forme d'un photon. Une propriété du photon, qui est donc une onde qui se propage dans l'espace fractal, est qu'il ne subit pas de dispersion pendant son déplacement, ce qui s'explique par la structure même de cet espace, que l'on peut schématiser comme une « mousse fractale de 3-sphères » qui en raison de sa topologie particulière collimate la propagation des photons. Cette collimation est toutefois *relative* car soumise à la jauge globale de l'espace — ce qui produit ainsi une sorte de « mémoire de forme » — d'où le décalage des photons vers le rouge observé en astrophysique, ce qui en théorie NR ne doit pas s'interpréter comme un effet Doppler lié à l'éloignement global des objets célestes les uns par rapport aux autres, mais comme l'effet de l'expansion convergente de l'espace entre objets célestes dont les positions relatives restent quasi fixes, si on néglige leurs mouvements propres locaux. Les photons obéissant à la statistique de Bose Einstein sont donc indiscernables, et ils possèdent par ailleurs la nature duale onde-particule, c'est-à-dire que, comme nous l'avons illustré avec la métaphore de la vague et du baigneur, un photon intercepté par un récepteur matériel quelconque doit être considéré à la fois comme l'effet d'une onde transmise dans l'espace et comme le choc énergétique final produit par le mouvement des bosons de X situés immédiatement au contact du récepteur, lesquels ne sont donc pas ceux qui ont été sollicités au départ de l'onde par le mouvement initial du fermion émetteur.

THÉORIE NR

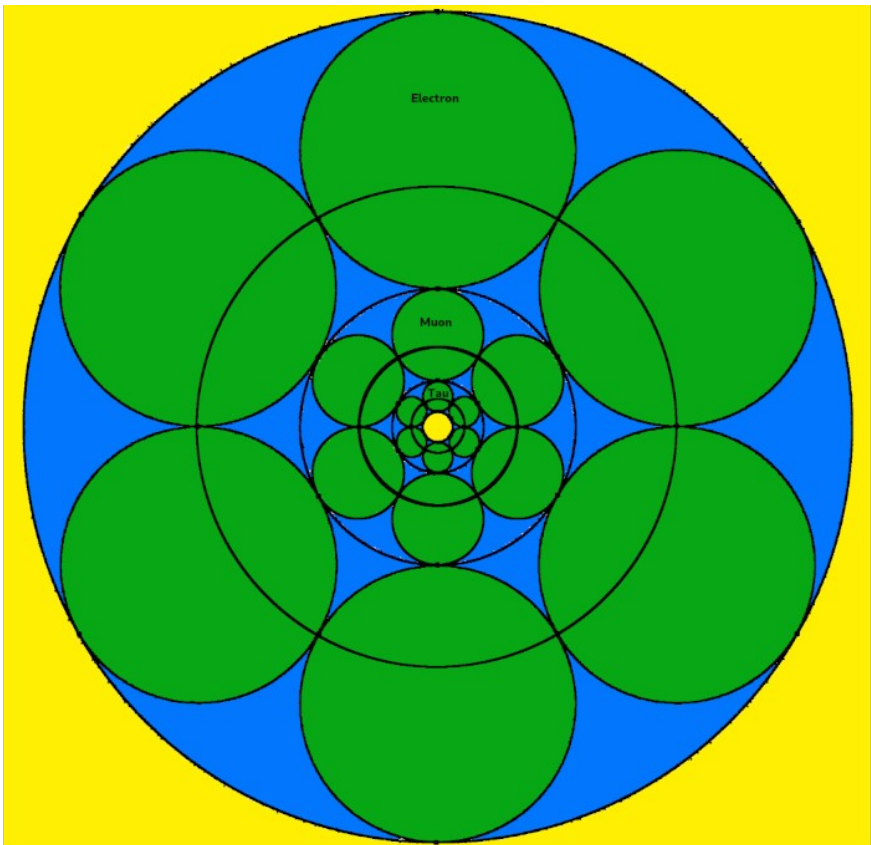
Ainsi, du point de vue ondulatoire, les photons sont des ondes de densité se propageant dans l'espace, mais pas celles des fluctuations minimales. Ce sont des ondes de deuxième ordre, que l'on peut comparer aux battements sonores produits par deux cordes de piano très légèrement désaccordées sollicitées par une même touche.

Les photons sont donc un produit émergent de la structure de l'espace, lorsque cet espace est localement déformé par les mouvements des particules de matière que sont les fermions.

L'électron le muon le tau et leurs antiparticules

L'électron a été présenté comme la première particule produite au sein des quasars par le processus topologique d'enveloppement. Son tracé régulateur est le suivant :

Fig. 4.4 : Tracé régulateur de l'électron

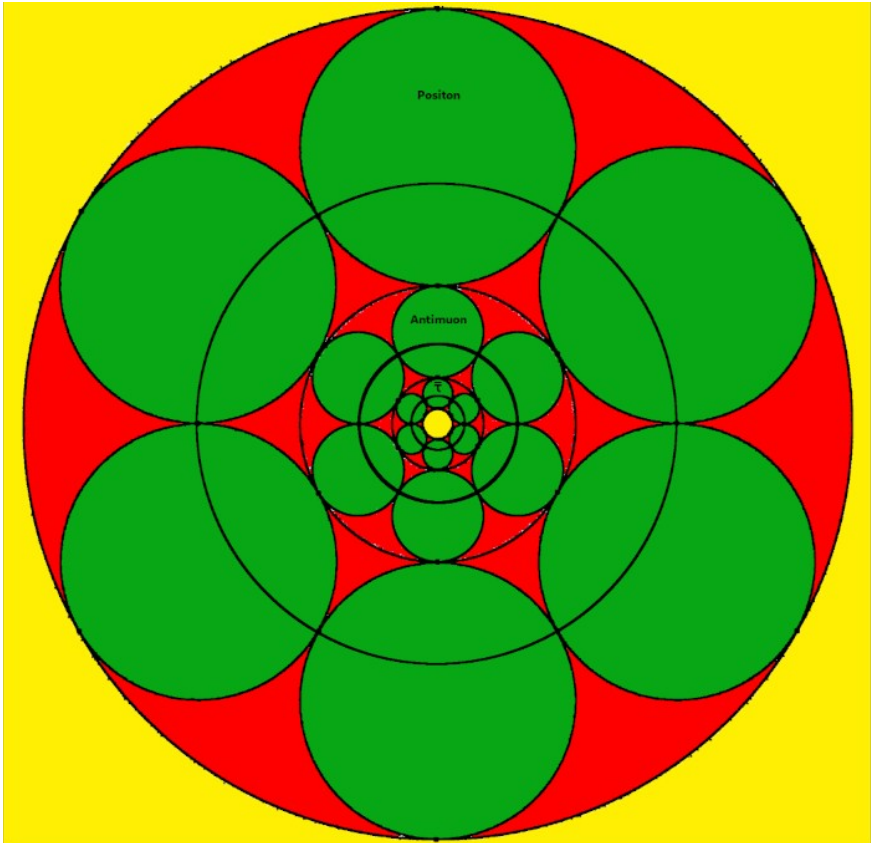


ARCHITECTURE DES PARTICULES

Ce tracé régulateur montre trois niveaux fractals. L'électron occupe la totalité du tracé régulateur, le muon le niveau central ainsi que le niveau inférieur, le tau le seul niveau inférieur. L'espace extérieur à la particule est ici indiqué en jaune, couleur qui par convention représente l'espace euclidien. La couleur verte (espace neutre) ou la violette (espace neutralisé) auraient tout aussi bien pu être utilisées. En revanche l'utilisation de la couleur bleue est à proscrire, les charges identiques se repoussant, et l'usage de la couleur rouge signifierait que l'électron est en train de se désintégrer.

S'agissant du positon, antiparticule de l'électron, son tracé régulateur est identique, au détail près que la zone interstitielle correspond à une contraction de l'espace. Elle est donc indiquée en rouge :

Fig. 4.5 : Tracé régulateur du positon

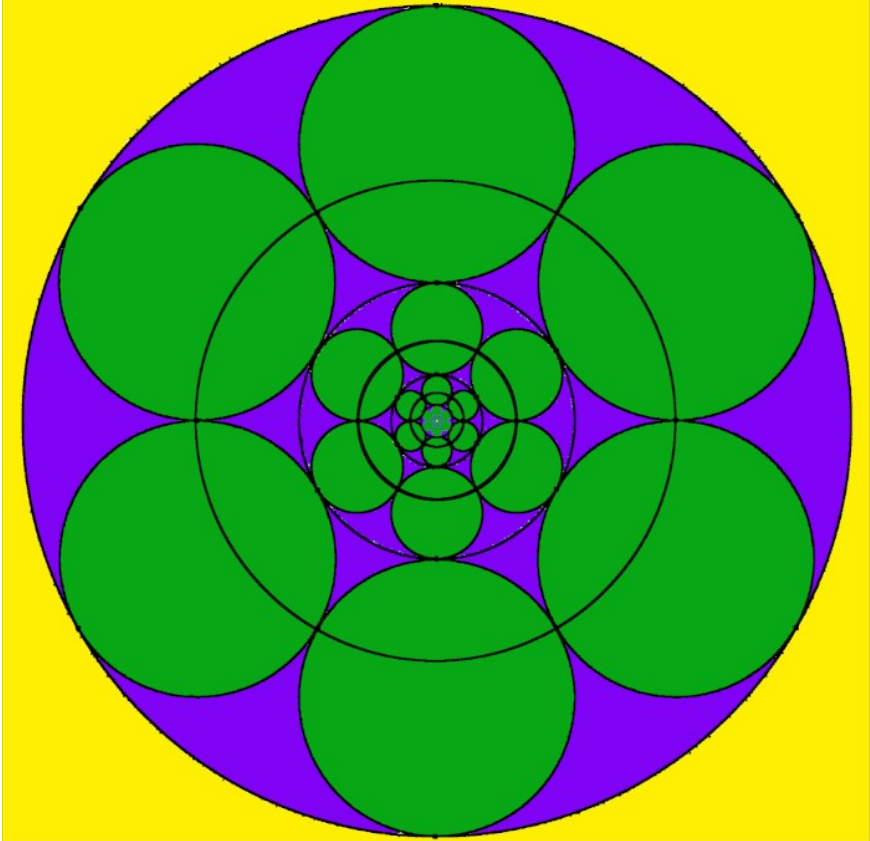


Les deux sous-structures sont celles des antiparticules du muon et du tau, baptisées **antimuon** et **antitau** (indiquée $\bar{\tau}$).

Le neutron

Le tracé régulateur du neutron est le suivant :

Fig. 4.6 : Tracé régulateur du neutron



Ce tracé possède six niveaux, ce qui correspond à l'insertion du tracé régulateur d'un *électron* au centre de celui du *neutron*¹.

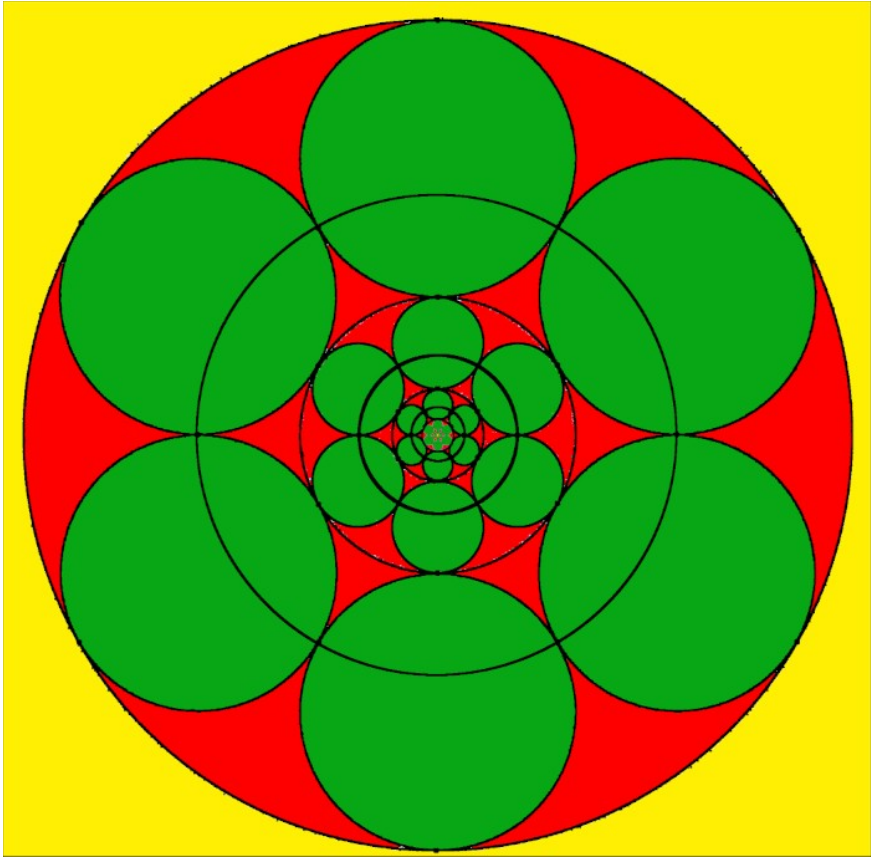
La zone interstitielle est indiquée en violet, signifiant ainsi que l'angle solide dilaté de l'électron est neutralisé par l'angle solide contracté du neutron (variations du facteur 4π), ce qui indique au final que le neutron projette globalement une courbure de phase neutralisée à l'espace environnant.

1 Cette idée de la présence effective d'un électron à l'intérieur du neutron a été envisagée au tout début du développement de la physique des particules, puis abandonnée pour diverses raisons.

Le proton

Le tracé régulateur du proton est identique à celui du neutron, la zone interstitielle violette étant remplacée par une zone rouge.

Fig. 4.7 : Tracé régulateur du proton

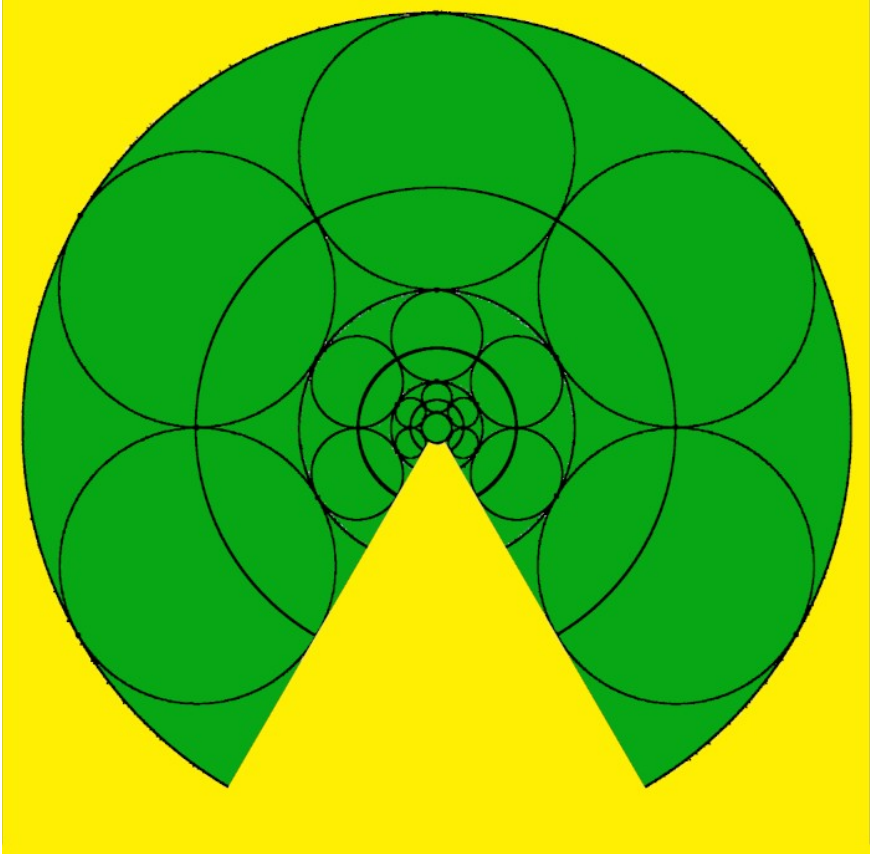


Ce tracé est donc similaire à celui du positon, moyennant l'application du coefficient multiplicateur **27** (3^3) et l'indication d'un positon occupant les trois niveaux internes. Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, le proton est issu d'une désintégration du neutron, due à l'instabilité de l'électron qu'il abrite. Pour des raisons d'harmonisation de l'espace fractal, la sortie de l'électron de l'enveloppe du neutron aboutit à l'apparition d'un positon à l'intérieur du proton, situation stable puisque le nombre de sphères périphériques à la 3-sphère centrale est maintenant entièrement pair (douze) à tous les niveaux fractals de cette particule.

Les neutrinos électronique, muonique et tauique

Le *neutrino électronique* a une structure *dodécaédrique*. Son tracé régulateur est le suivant :

Fig. 4.8 : Tracé régulateur du neutrino électronique



On retrouve les trois niveaux fractals permettant maintenant de distinguer le *neutrino électronique* soit l'ensemble du tracé, le *neutrino muonique* soit les deux sous-structures internes et le *neutrino tauique* représenté par le niveau central¹. Ce tracé régulateur est uniquement poché en vert, couleur symbolisant l'espace neutre.

1 L'étude détaillée des neutrinos montrera qu'il est possible en théorie NR d'imaginer non pas trois mais cinq voire six types de neutrinos différents, idée également présente dans certaines spéculations de la physique théorique contemporaine.

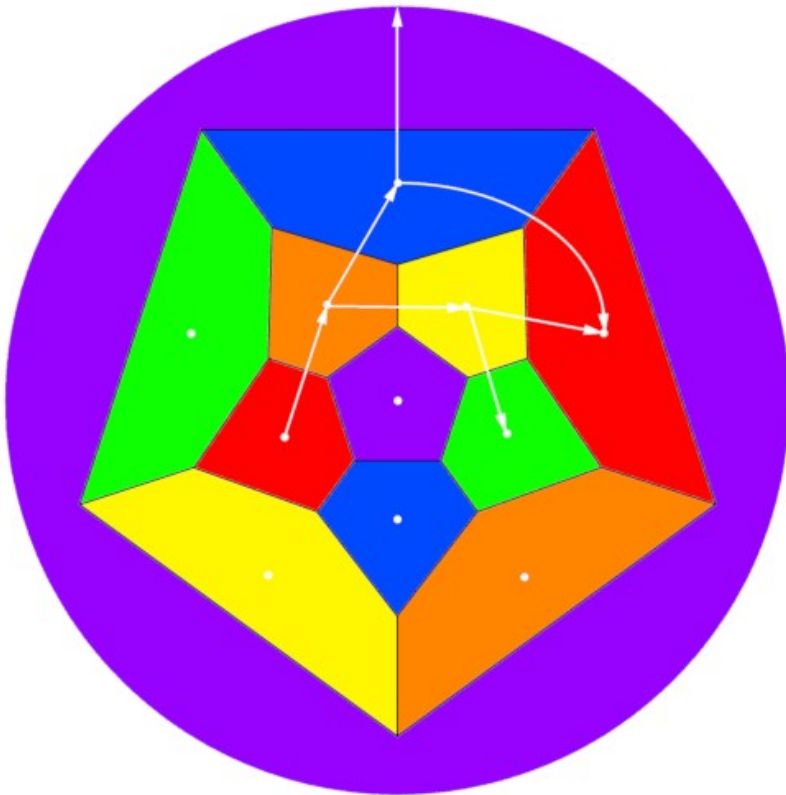
ARCHITECTURE DES PARTICULES

Un sixième du tracé n'a pas été poché pour exprimer le fait que les 3-sphères périphériques à celle centrale sont tangentes à une trame spatiale dodécaédrique, et donc que chaque 3-sphère périphérique est maintenant entourée de seulement cinq autres 3-sphères.

Le neutrino est en pratique un « morceau d'espace » libéré par la désintégration des neutrons. Cette qualification d'espace lui sera appliquée car il représente la plus petite structure de l'univers fractal dodécaédrique. Mais il est également une « particule élémentaire », car il n'est pas soumis à l'expansion, et possède donc une nature de fermion, selon le critère simple posé en théorie NR pour faire la distinction entre bosons et fermions.

Par ailleurs, la structure dodécaédrique des neutrinos implique que la circulation interne des fronts d'onde est différente de celle des autres fermions. Le schéma présenté ci-dessous illustre cette nouvelle situation.

Fig. 4.9 : Structure ondulatoire du neutrino



THÉORIE NR

Il s'agit du développement plan de la surface d'un dodécaèdre, les faces pentagonales opposées possédant la même couleur (couleurs sans rapport avec celles utilisées dans les tracés régulateurs pour symboliser les différentes courbures de l'espace). La partie circulaire violette représente la face opposée au pentagone central et le carré blanc extérieur est l'équivalent du point central de cette face opposée. Les flèches blanches illustrent la circulation de l'un des fronts d'onde à l'intérieur de la particule. Il y a donc une division des flux énergétiques contrainte par le caractère impair du nombre de cotés d'un pentagone. Ceci étant, au final, l'ensemble des flux croisés est équilibré et il assure ainsi la stabilité des neutrinos.

Les quarks down, up, strange, charm, bottom et top

Les *quarks* ont été qualifiés au paragraphe relatif à l'apparition de la matière de quasi-particules secondaires. L'image la plus parlante est sans doute celle des nœuds que l'on fait à des ballons festifs pour bloquer l'air emprisonné.

Mais la métaphore de la boule de pétanque et du torchon — plus précisément des trois torchons — est une analogie préférable, la torsion des tissus étant une meilleure représentation du processus topologique d'enveloppement à trois niveaux fractals. Reste évidemment à expliquer pourquoi cette torsion ne se défait pas, en rendant le contenu de la particule créée à l'espace environnant. Ce point sera explicité au chapitre 8 consacré aux différentes forces en action dans l'univers.

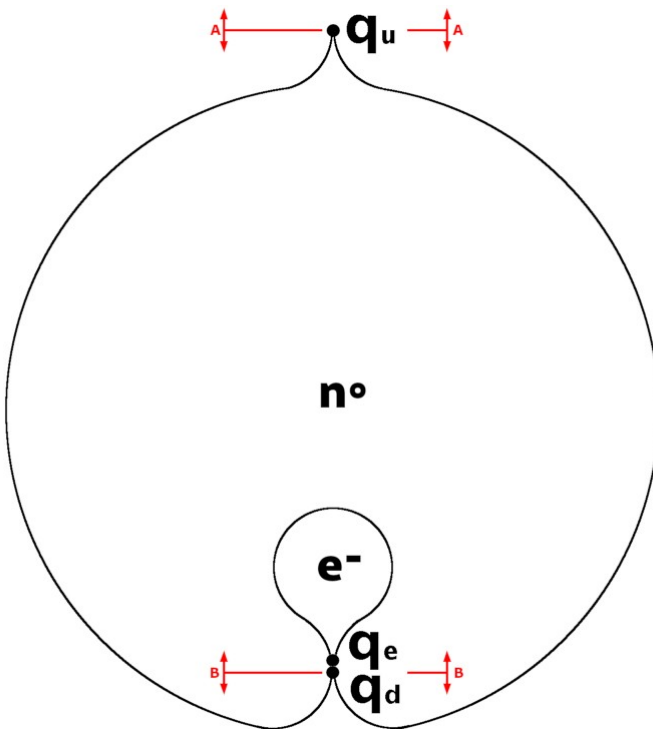
Ainsi, en théorie NR, les quarks ne sont pas à l'origine de l'apparition des nucléons (neutrons, protons et autres particules parentes) censés dans le *Modèle Standard de la cosmologie* actuellement enseigné être des assemblages de ces quarks, objets supposés être déjà présents avant l'opération de baryogenèse, étape d'un hypothétique Big Bang.

En théorie NR, les quarks sont donc des *détails* de l'architecture des nucléons, tout comme la valve est un détail technique d'un ballon. Leur apparition dans l'univers matériel n'est donc pas un préalable, mais un phénomène connexe.

ARCHITECTURE DES PARTICULES

La coupe schématique d'un neutron présentée ci-dessous illustre cette apparition des quarks up down et électronique q_u , q_d et q_e ¹ lors de la synthèse des fermions. Ce schéma simplifié ne tient compte ni des échelles fractales, ni de l'hélicité, ni des sous-structures du neutron et de l'électron. En pratique, dès que l'électron se trouve intégré au neutron à l'achèvement de la deuxième opération topologique d'enveloppement, il rompt la liaison au niveau du quark down q_d en raison de sa relative instabilité due au nombre impair des 3-sphères périphériques à la 3-sphère centrale et il se met à osciller un peu à la manière du battant d'une cloche, jusqu'à ce qu'il arrive à forcer l'enveloppe du neutron, éjectant un neutrino, ce qui nous donne une illustration parfaitement concrète de la désintégration du neutron en proton selon les principes de la théorie NR et une explication du fait que le proton (libre) est stable alors que le neutron (libre) ne l'est pas.

Fig. 4.10 : Coupe schématique d'un neutron

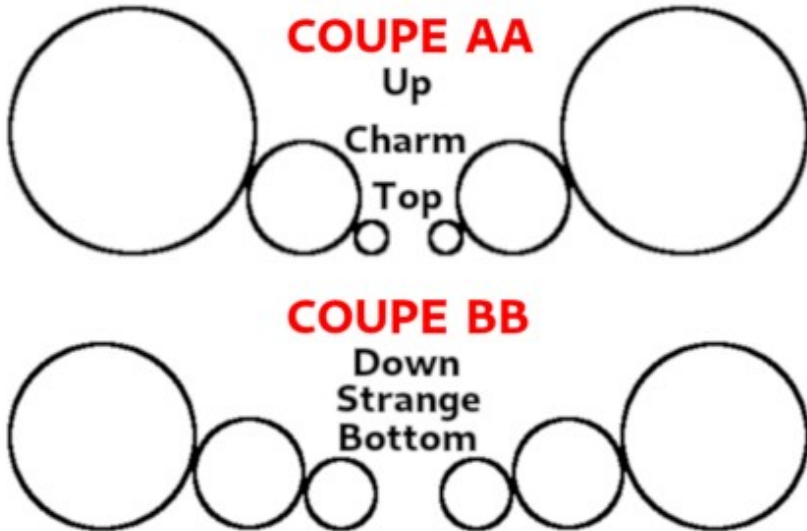


1 La nature de ces particules secondaires sera étudiée dans la section consacrée aux masses des quarks page 126 et suivantes.

THÉORIE NR

Dans le détail (*coupes AA et BB ci-dessous*), les quarks up et down ont également une sous-structure. Le quark up intègre un quark charm et un quark top ; le quark down un quark strange et un quark bottom.

Fig. 4.11 : Sous-structures des quarks up et down



L'étude à venir des masses des différents quarks nous permettra d'aborder le problème théorique et actuellement non résolu baptisé *hiérarchie des quarks*. Le croquis ci-dessus illustre schématiquement cette notion.

Les particules instables

De par leur conception architecturale définie en théorie NR, les fermions — particules de matière harmonisées soustraites à l'expansion de l'espace — sont semblables à des bulles de savon stabilisées par l'équilibre qui se crée entre la pression de l'air intérieur et la pression de l'air extérieur grâce à la tension interne du film d'eau savonneuse, selon l'équation suivante :

$$(P_{int}) = (P_{ext}) + (4\gamma/R) \quad (4.3)$$

(P_{int}) = pression de l'air intérieur

(P_{ext}) = pression de l'air extérieur

γ = tension superficielle de la membrane d'eau savonneuse

R = rayon de la bulle de savon

ARCHITECTURE DES PARTICULES

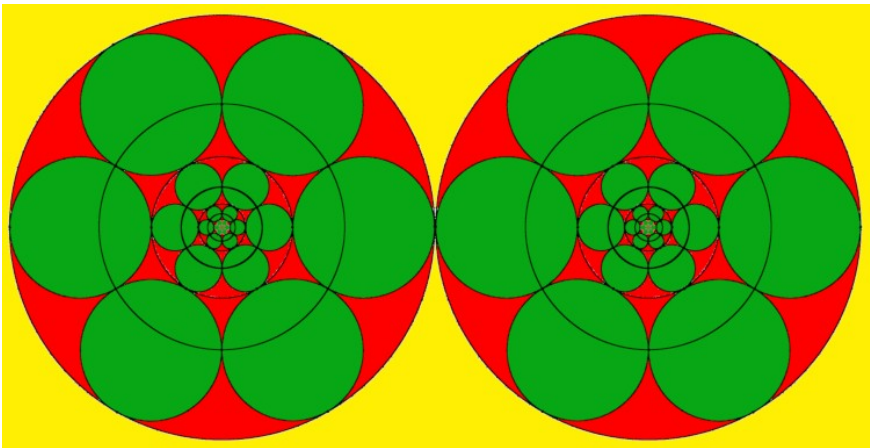
S'agissant des fermions, il importe de tenir compte du caractère fractal de l'espace et de ses produits émergents que sont les particules, et donc de procéder à une quantification de l'image de la bulle de savon, qui devient alors une sorte de « bulle de mousse de savon ».

Ainsi, il faut donc maintenant nous représenter cette bulle de savon comme un ensemble d'*élastiques* — reliant entre eux les différents cercles verts des tracés régulateurs entre les points de contact présents sur les cercles représentatifs des sphères de contact — ce qui est l'image de la *tension superficielle* — et un ensemble de *ressorts* agissant perpendiculairement aux élastiques — entre les points de contact des cercles vert et le centre du tracé — ce qui correspond à la la force radiale exercée par la pression intérieure.

Les deux éléments structurels symboliques de la structure interne d'une particule que sont ces élastiques et ces ressorts sont soumis par le principe de l'action / réaction à la pression extérieure exercée sur eux par l'espace environnant. Les quatre variables de l'équation de la bulle de savon macroscopique **Pint Pext y** et **R** trouvent ainsi leurs correspondantes sous une forme quantifiée, en raison de la structure fractale de l'espace interne des particules.

Le tracé régulateur ci-dessous illustre la collision de deux protons produite dans un accélérateur de particules (le choix de l'alignement des axes des deux protons est arbitraire) :

Fig. 4.12 : Tracé régulateur d'une collision de deux protons



THÉORIE NR

Sans entrer dans les détails, cette illustration permet d'identifier un nombre très important d'élastiques et de ressorts susceptibles d'être interprétés comme des particules instables possiblement produites à la suite d'une collision. Toute liaison entre deux points de contact des cercles verts du tracé régulateur peut potentiellement être identifiée à un méson particulier, en suivant un cercle représentatif d'une sphère de contact, voire en passant d'un cercle à l'autre, voire même en reliant deux points n'appartenant pas au même proton (particules instables de faible énergie comme par exemple les *pions*), à condition de rester à l'intérieur de l'*angle de mélange des mésons* illustré sur la figure 4.1 page 67 (voir explications détaillées en annexe 2). Éventuellement, une partie libérée de la sous-structure d'un proton ou de l'ensemble de deux protons peut apparaître sous forme d'assemblages de plus de trois quarks (*tétraquarks*, *pentaquarks*, *hexaquarks*).

Toutes ces « sous-particules » issues d'une collision (proton \leftrightarrow proton ou autres) ont des durées de vie limitées du fait qu'elles apparaissent fugacement, car elles se retrouvent après le choc soumises à l'expansion de l'espace. Exceptionnellement, une particule libérée par une collision et dotée d'une très importante énergie peut interagir avec la trame de l'espace environnant et reproduire un des scénarios de la genèse des fermions, faisant apparaître une ou plusieurs nouvelles particules, électrons ou positons par exemple, soustraits à l'expansion de l'espace. Ainsi, l'étonnant « bestiaire des particules élémentaires », apparu tout au long du XX^e siècle dans les accélérateurs de particules, trouve en théorie NR une « interprétation réaliste » en raison de la richesse de l'architecture interne des différents fermions ; tout en restant conforme à la théorie fortement simplificatrice et unificatrice des quarks, hypothèse proposée en 1964 par le physicien Murray Gell-Mann, qui s'est vu attribuer le prix Nobel en 1969 pour ce travail prospectif de physique théorique. On observera toutefois par la suite que la théorie NR propose de porter le nombre de quarks à **9**, tout en gardant l'idée des charges fractionnaires¹ $\pm 1/3$ et $\pm 2/3$.

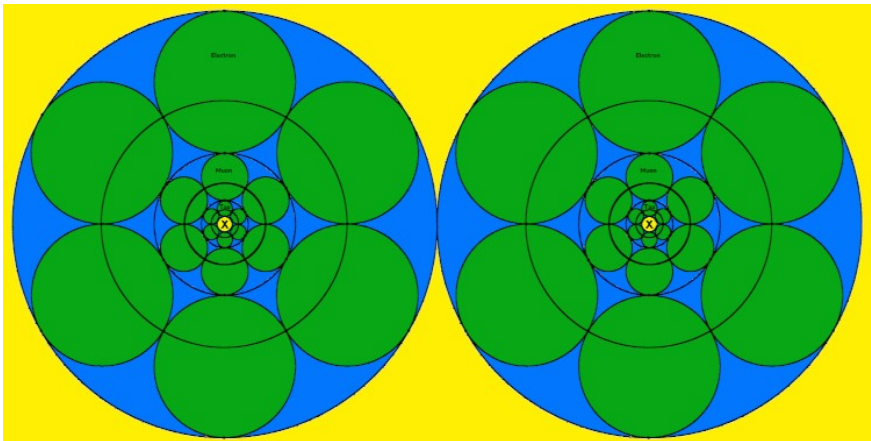
1 La mise en évidence dans les années 80 de l'*effet Hall quantique fractionnaire* (en anglais, *fractional quantum Hall effect*) dans un gaz d'électrons bi-dimensionnel a montré que les charges fractionnaires n'étaient plus l'apanage des seuls quarks, phénomène baptisé ***fractionalisation***.

ARCHITECTURE DES PARTICULES

La particule X

Le tracé régulateur présenté ci-dessous symbolise la collision de deux électrons. Il peut s'interpréter suivant l'image macroscopique suivante, que l'on baptisera « métaphore du ballon fractal ». Les deux grands cercles représentent la surface de deux ballons gonflés par l'air intérieur identifié par la zone bleue. Les disques verts correspondent à soixante six ballons intérieurs ($11 \times 3 \times 2$ dans le cas de deux électrons) gonflés à une pression inversement proportionnelle à leur volume. Ainsi, vingt deux ballons se trouvent situés au niveau extérieur, vingt deux autres ballons au niveau intermédiaire, et de nouveau vingt deux ballons au niveau intérieur. A ces soixante six ballons, il convient d'ajouter deux ballons supplémentaires correspondant aux petits disques jaunes résiduels centraux identifiés par la lettre X sur le tracé.

Fig. 4.13 : Tracé régulateur d'une collision de deux électrons



Cette vision métaphorique des particules élémentaires illustre le phénomène suivant :

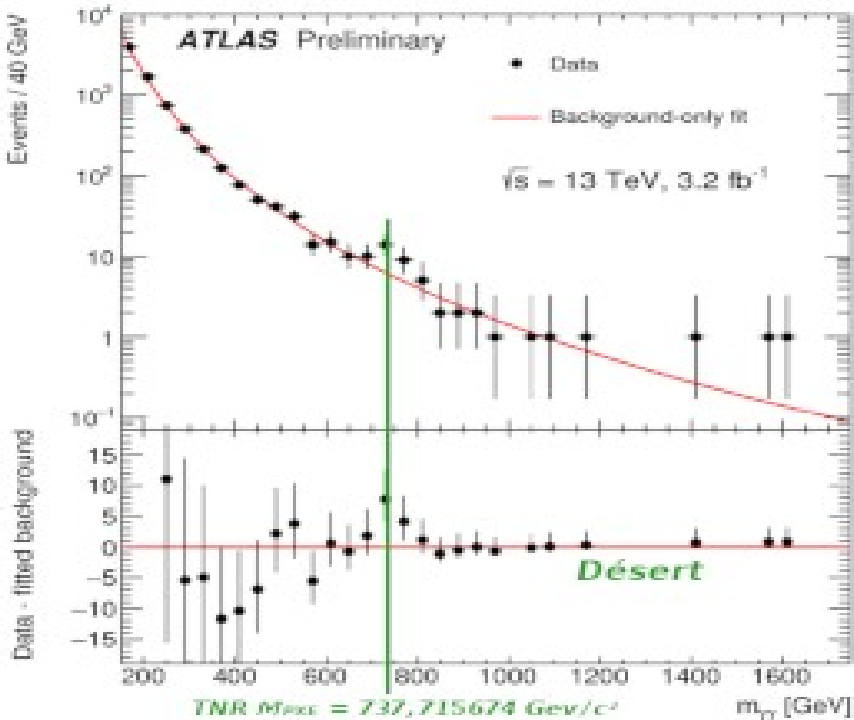
1. Une collision à faible vitesse entre les deux grands ballons, seuls visibles de l'extérieur, engendrera un rebond qui dépend uniquement de la position relative des grands ballons verts. Dans la position de deux électrons illustrée dans le schéma ci-dessus, le rebond sera « le plus mou possible », la pression de l'air à l'intérieur des deux grands ballons étant vingt sept fois plus faible que celle régnant à l'intérieur des plus grands ballons verts (rapport de volumes évoluant en fonction du cube des rayons R^3).

THÉORIE NR

2. Si nous faisons pivoter les tracés pour mettre les plus grands ballons verts en vis-à-vis, le choc de la collision sera moins élastique.
3. Si maintenant nous provoquons une collision beaucoup plus énergétique, il est possible que les ballons du niveau central (représentant un muon), à la pression encore plus élevée, se manifestent par un rebond très dur, et même par l'éclatement des grands ballons symbolisant les deux électrons.
4. Avec encore plus d'énergie, les ballons du niveau intérieur (représentant un tauon) pourront être détectés.
5. Enfin avec une énergie maximale, les deux petits ballons jaunes centraux seront susceptibles d'être mis en évidence. Ils sont identifiés par un X dans le schéma de la collision de deux électrons et nous les baptiserons **particule X**.

Une hypothétique particule a été détectée en 2015 au grand collisionneur de particules du CERN, et elle a précisément été dénommée particule X, ainsi que l'indique le graphique suivant publié par la collaboration ATLAS :

Fig. 4.14 : Masse-énergie de la particule X

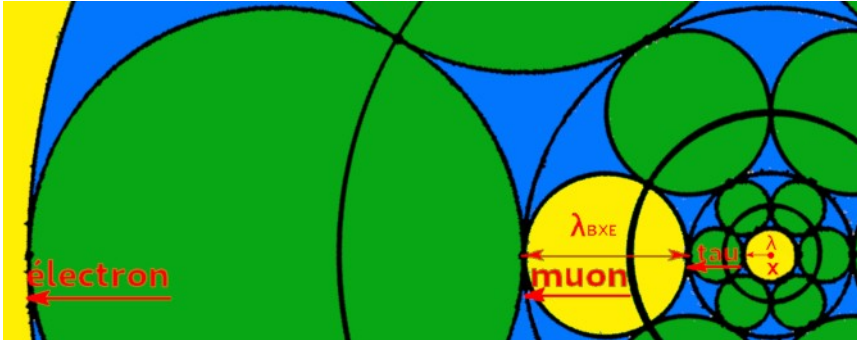


ARCHITECTURE DES PARTICULES

Le trait vert vertical tracé sur le graphe¹ indique l'énergie de la particule X telle qu'elle apparaît en théorie NR, en multipliant par six l'énergie du boson de X en phase plane euclidienne hexagonale (voir Tab. 4.1 page 66 : Masses et longueurs d'onde du boson de X).

L'extrait suivant du tracé régulateur de l'électron donne la justification de cette multiplication par le facteur **6** :

Fig. 4.15 : Longueurs d'onde du boson de X et de la particule X en phase euclidienne



Les longueurs d'onde associées au boson de X et à la particule X ont été ajoutées en rouge sur cet extrait du tracé régulateur de l'électron. Il convient toutefois d'expliquer pourquoi ces longueurs d'onde doivent être lues comme *euclidiennes*. L'explication est que la particule X n'a pas subi la torsion induite par l'opération topologique, mais seulement une contraction radiale, ce qui lui a conservé son caractère de « morceau d'espace euclidien ». C'est pourquoi l'extrait du tracé régulateur de l'électron ci-dessus a été modifié en utilisant la couleur jaune dans dans la nappe intermédiaire correspondant au muon, indiquant ainsi que c'est au tracé euclidien du boson de X qu'il convient de se référer (voir Fig. 3.1 page 37).

1 A droite du trait vert a été ajoutée la mention « désert », terme couramment utilisé par les physiciens des particules pour désigner les plages d'énergies où rien n'apparaît, ce que semble confirmer le graphique de la collaboration ATLAS, puisque les données cessent de varier au-delà de **800 GeV**, soit après la limite de la courbe gaussienne entourant la résonance de la particule X. La théorie NR prévoit effectivement que la particule X constitue la limite du monde physique : la taille minimale et l'énergie maximale possibles. Cette idée iconoclaste risque de contrarier les partisans de la construction au CERN d'un nouvel anneau de cent kilomètres de circonférence.

THÉORIE NR

La valeur de λ_x , longueur d'onde associée à la particule X, est donc bien le sixième de celle λ_{BXE} associée au boson de X, puisque le facteur de réduction du tracé fractal euclidien est **3**.

Cette supposée nouvelle particule élémentaire n'a pas été homologuée en tant que découverte, la barre statistique fatidique des cinq sigmas (5σ) n'ayant pas été atteinte. Son existence réelle reste cependant largement présumée, comme l'indique cet extrait d'un article paru dans la revue *Pour la science* le 25 août 2016¹ :

En décembre 2015, les physiciens ont présenté une analyse de la désintégration de particules en deux photons. Aussi bien sur la courbe d'Atlas que sur celle de CMS, un pic était présent aux alentours de 750 GeV (près de six fois la masse du boson de Higgs) et son évaluation statistique était aux alentours de 3 sigmas (plus précisément, pour Atlas, il était de 3,9 sigmas, ce qui signifie que le risque qu'il soit le fait de fluctuations statistiques est de 1 pour 10 000. En combinant les données d'Atlas et de CMS et celles des années passées, on pouvait atteindre 4,4 sigmas). En augmentant le nombre de collisions analysées durant le printemps 2016, le signal pourrait être renforcé et atteindre 5 sigmas... ou s'évanouir complètement !

S'agissait-il vraiment d'une nouvelle particule avec une masse de 750 GeV ?

On ne peut que s'étonner qu'un signal ayant presque atteint la barre fatidique des cinq sigmas — qui n'est qu'une convention entre physiciens — n'ait pas suscité plus d'attention. Il finira par se voir qualifié de simple « fluctuation statistique ». A croire que les physiciens ne voulaient vraiment pas de ce nouvel objet qui n'était pas prévu par le Modèle standard de la physique des particules !

La théorie NR propose donc de réhabiliter cette particule injustement méprisée, très importante puisqu'elle constitue l'ultime borne dans l'échelle des énergies de masse, au-delà de laquelle il n'y a plus rien² (voir indication du « désert » sur la Fig. 4.14 page 88).

1 Pour en savoir plus, voir l'article complet :

<https://www.pourlascience.fr/sd/physique-particules/lhc-la-nouvelle-particule-etait-un-mirage-12401.php>

2 Les amateurs de *supersymétrie* pourront appliquer une symétrie de jauge à l'univers entier et en loger ainsi une version supersymétrique au cœur de chaque particule X.