

Masses des quarks

Hierarchie des masses des quarks du Modèle standard de la physique

Les mesures des masses des six différents quarks identifiés par les physiciens expérimentateurs ont fait apparaître le problème qualifié de *hiérarchie des masses*, non élucidé à ce jour selon les principes du Modèle standard de la physique des particules. Le tableau suivant récapitule ces données expérimentales (**en bleu**) et donne (**en noir**) l'évaluation des longueurs d'onde¹ associées aux quarks à partir de leurs masses mesurées, en posant par hypothèse que le quark top q_t — le plus lourd — a pour longueur d'onde associée la norme métrique réduite $\frac{3}{4}N$:

Tab. 6.7 : Masses des quarks mesurées et longueurs d'onde des quarks calculées

Masses des quarks mesurées (QCD)						Tailles des quarks calculées (TNR)				
n°	Donnée	C	Masse (Δ)	\sim /Masse	Rapport	n°	Longueur d'onde λ	Rapport	Surface $\pi(\lambda/2)^2$	Rapport
1	Masse du quark top (Incertitude : 0,44 %)	+ 2/3	1,72580000E+11 eV/c ²	645,245075	17,136640	1	7,56292583E-18 m	1,000000	4,49230841E-35 m ²	1,000000
			1,73340000E+11 eV/c ²						1,74100000E+11 eV/c ²	
2	Masse du quark charm (Incertitude : 8,00 %)	+ 2/3	1,15000000E+09 eV/c ²	188,030155	4,993769	2	2,59529683E-17 m	3,431604	5,29010088E-34 m ²	11,775908
			1,25000000E+09 eV/c ²							
			1,35000000E+09 eV/c ²							
3	Masse du quark up (Incertitude : 6,96 %)	+ 2/3	2,01000000E+06 eV/c ²	37,652951	1,000000	3	1,29603140E-16 m	17,136640	1,31923125E-32 m ²	293,664445
			2,15000000E+06 eV/c ²							
			1,87000000E+06 eV/c ²							
4	Masse du quark bottom (Incertitude : 3,53 %)	- 1/3	4,25000000E+09 eV/c ²	255,327288	6,781070	4	1,91124916E-17 m	2,527129	2,86896001E-34 m ²	6,386383
			4,40000000E+09 eV/c ²							
			8,00000000E+07 eV/c ²							
5	Masse du quark strange (Incertitude : 23,81 %)	- 1/3	1,05000000E+08 eV/c ²	101,227223	2,688427	5	4,82077891E-17 m	6,374225	1,82525821E-33 m ²	40,630741
			1,30000000E+08 eV/c ²							
			4,63000000E+06 eV/c ²							
6	Masse du quark down (Incertitude : 3,34 %)	- 1/3	4,79000000E+06 eV/c ²	46,782549	1,242467	6	1,04311133E-16 m	13,792431	8,54577007E-33 m ²	190,231153
			4,95000000E+06 eV/c ²							

Principes du calcul (voir détails en annexe 7 page 366) :

Lignes 1 à 3 : Masses mesurées et tailles des quarks de charge +2/3

Lignes 4 à 6 : Masses mesurées et tailles des quarks de charge -1/3

Partie gauche du tableau

Colonne 4 : Masses mesurées des quarks et marges d'incertitude

Colonnes 5 et 6 : Traduction des masses des différents quarks en termes de racines quatrièmes d'hypervolumes et hiérarchie de ces masses ainsi converties en longueurs, par référence à celle du quark up, le plus léger

Partie droite du tableau

Colonnes 2 et 3 : Calculs des longueurs d'onde λ associées aux différents quarks à partir de celle du quark top (norme $\frac{3}{4}N$ par hypothèse) et hiérarchie de ces longueurs d'onde par référence au quark top

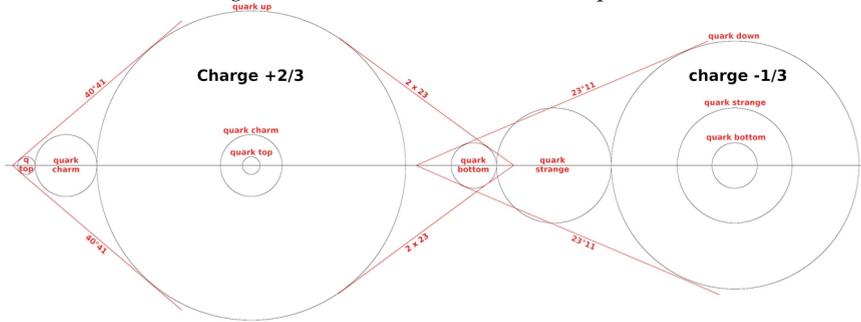
Colonnes 4 et 5 : Mêmes calculs pour les surfaces des différents quarks

1 L'utilisation de ce concept de *longueur d'onde* appliqué aux quarks sera justifiée dans le commentaire de la figure 6.10 page 131.

MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

La hiérarchie des tailles des différents quarks calculées dans la partie droite du tableau 6.7 se traduit graphiquement ainsi :

Fig. 6.8 : Hiérarchie de la taille des quarks



On observe que les deux séries de quarks suivent une règle géométrique de quasi proportionnalité, avec un décalage inversé au niveau des quarks charm et strange, ce qui pourrait avoir un rapport avec le changement de charge et donc de courbure de l'espace. D'autre part, on voit que l'angle d'évolution des quarks de charge $+2/3$ est proche du double de celui des quarks de charge $-1/3$, ce qui vient en confirmation du changement de valeur absolue des charges des quarks établi en 1964 dans la théorie formulée par les physiciens Murray Gell-Mann et George Zweig. Enfin, une observation permet de faire le lien entre la hiérarchie des trois quarks de charge positive $+2/3$ et celle des trois quarks de charge négative $-1/3$. En effet, le rapport entre la surface du quark up et celle du quark bottom est le suivant :

$$S_{qu} / S_{qb} = 2,25209425 \cdot 10^{-32} \text{ m}^2 / 4,89767683 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 = 45,98290835$$

Ce rapport ne diffère que de **0,3716956** % — soit environ **3,7** dix millièmes du nombre **46** qui n'est autre que le double du nombre **23** caractéristique de l'espace neutralisé — et donc de la charge élémentaire **e** — dans l'espace fractal dual formé d'une juxtaposition de tétraèdres réguliers. En effet, nous avons jusqu'ici utilisé un tracé régulateur formé d'un assemblage de cercles censés représenter des sphères et des hypersphères dans les espaces géométriques de dimensions spatiales supérieures **3** et **4**, « nécessité faisant loi » comme il a été noté, en raison de la platitude de la feuille de papier support de l'étude. Les cercles rouges de la figure 2.1 page 25 représentant les périmètres de calottes sphériques sont donc à l'origine du développement des différents tracés régulateurs.

THÉORIE NR

Cependant, nous pouvons parfaitement prendre comme référence non pas ces cercles rouges mais les triangles sphériques **ABC** pochés en gris clair et gris foncé dont la partie claire de la surface est égale à la moitié de celle d'une calotte sphérique, ce qui fait qu'à l'issue du processus topologique de double enveloppement le nombre des triangles sphériques s'avère être le double de celui des calottes sphériques. De même que nous avons associé des sphères et des hypersphères aux cercles du tracé régulateur originel, nous pouvons associer des tétraèdres réguliers et des hypertétraèdres réguliers aux différents triangles équilatéraux du tracé dual. Ainsi, l'apparition des courbures positive et négative de l'espace, liées au nombre de sphères tangentes autour d'une centrale de même rayon (**11** ou **12**) se traduit dans le tracé régulateur dual par l'assemblage de **22** ou **24** tétraèdres¹ réguliers assemblés à partir d'un sommet commun, en résorbant la *frustration géométrique*, privilège de notre espace rendu souple en raison de la prise en compte de sa densité en tant que quatrième dimension spatiale. Conséquence immédiate, l'assemblage de **23** tétraèdres réguliers correspond à la phase neutralisée de l'espace, ce qui signifie que l'angle solide Ω sous lequel est vue une face du tétraèdre régulier depuis le sommet opposé représente également cette charge électrique élémentaire **e**.

Cet angle solide est bien connu des amateurs de géométrie euclidienne en général et des solides de Platon en particulier et sa valeur est donnée par la formule trigonométrique suivante² :

$$\Omega = \arccos \frac{23}{27} \quad (6.16) \quad \text{Valeur en stéradians : } \mathbf{0,5512855984 \text{ sr}}$$

Cette valeur est bien égale aux différences de surfaces entre les sphères de contact (positive-neutralisée) et (neutralisée-négative) qui s'établissent ainsi (*Tab. 2.2 page 29*), celle du rayon étant égale à **1**:

$$\mathbf{S_{+} - S_{0} = 13,2308543624 - 12,6795687639 = 0,5512855984}$$

$$\mathbf{S_{0} - S_{-} = 12,6795687639 - 12,1282831655 = 0,5512855984}$$

- 1 Notons au passage que le nombre **46** qui vient d'être évoqué à propos de la figure 6.8 comme double de **23** vaut également **22+24**, ce qui nous sera très utile pour décrire le processus topologique de double enveloppement.
- 2 A l'attention des connaisseurs des *fonctions trigonométriques réciproques* (arcsin, arccos, arctan), l'angle Ω peut aussi s'exprimer par cette variante :

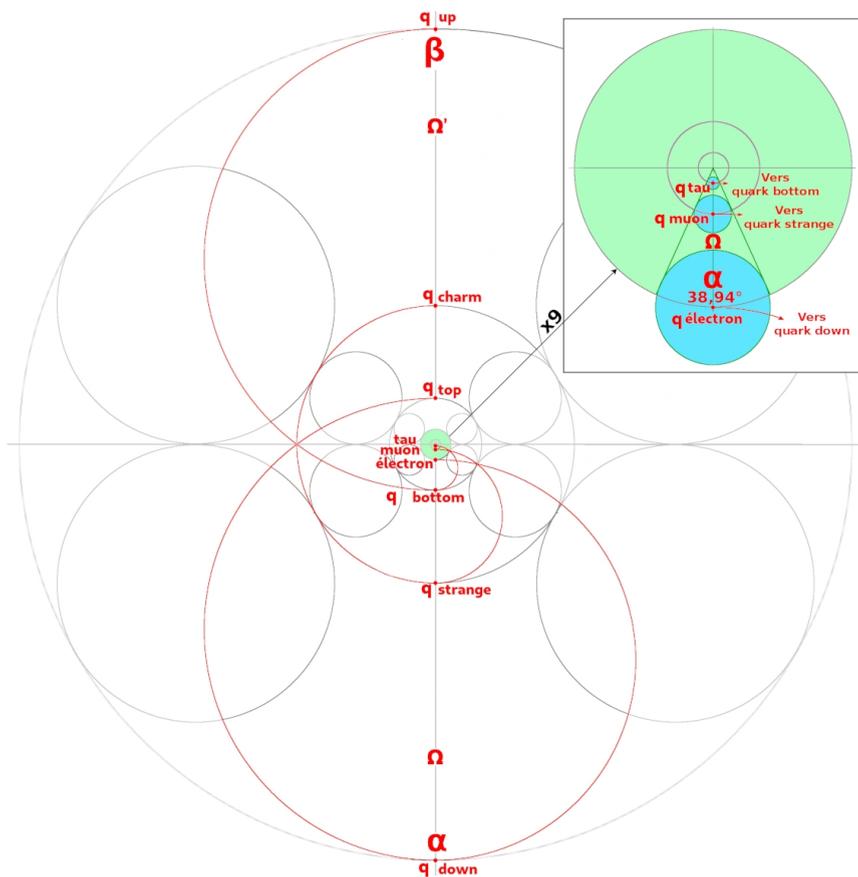
$$\Omega = 2 \arctan \frac{\sqrt{2}}{5} \quad (6.17) \quad \text{car} \quad \arccos x = 2 \arctan \frac{\sqrt{1-x^2}}{1+x} \quad (6.18)$$

MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Genèse des quarks en théorie NR

Revenons à l'analyse de la *hiérarchie des quarks*, telle qu'elle apparaît sur la figure 6.8 de la page 127 élaborée sur la base des données fournies par les physiciens expérimentateurs. Il nous faut maintenant rechercher l'explication de la nature et des propriétés des quarks, et donc en imaginer la genèse selon les principes de la théorie NR. Les quarks ont été définis comme des « détails » de l'architecture des particules de matière, sortes de « valves » venant bloquer les différentes nappes de la sous-structure des fermions, leur permettant ainsi d'échapper à l'expansion de l'espace à l'issue du processus topologique d'enveloppement, simple ou double selon le cas. L'épure suivante permet de suivre la genèse des différents quarks au cours de ce double processus :

Fig. 6.9 : Migration des quarks lors du processus de double enveloppement



THÉORIE NR

Cette hypothèse graphique nous montre que la théorie NR propose d'établir l'existence de neuf quarks — et non de six seulement comme dans le Modèle standard actuel de la physique des particules — en partant de la genèse d'un électron (agrandissement vert et bleu en haut à droite de l'épure). Les trois cercles pochés en bleu clair symbolisent ainsi les trois quarks de l'électron que nous baptiserons *quark électronique* q_e , *quark muonique* q_μ et *quark tauique* q_τ .

L'angle α représente par hypothèse l'angle plan d'ouverture du cône d'un angle solide Ω interceptant le cercle inscrit dans une face du tétraèdre régulier vu depuis le sommet opposé. La valeur de cet angle plan répond à l'équation suivante :

$$\alpha = 2 \arctan \frac{1}{2\sqrt{2}} \quad (6.19)$$

Les demi-cercles rouges de la figure 6.8 nous permettent de suivre la migration des quarks lors du deuxième processus topologique d'enveloppement générant un neutron à partir d'un électron confiné. Ainsi, les six quarks de la physique contemporaine sont produits en théorie NR selon les trois règles d'enchaînements suivantes, à partir des trois quarks de l'électron transformés par ce deuxième processus topologique d'enveloppement :

q_e électronique	→	q down	→	q top
q_μ muonique	→	q strange	→	q charm
q_τ tauique	→	q bottom	→	q up

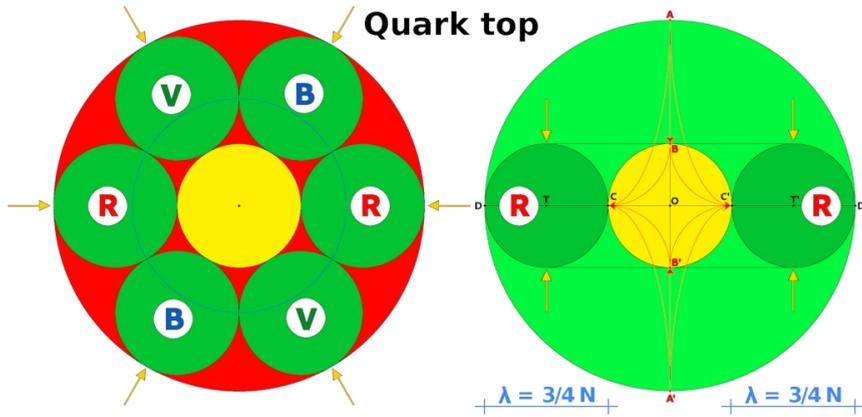
La genèse des quarks étant ainsi établie, il nous faut maintenant examiner en détail leur morphologie et comment ils s'insèrent dans dans l'architecture générale des fermions.

Commençons par justifier l'hypothèse retenue pour établir la taille des quarks, à savoir que le quark top, le plus massif, a pour longueur d'onde associée la norme $\frac{3}{4}N$, égale aux trois quarts de celle attribuée au boson de X en phase euclidienne (voir Tab. 4.1 page 66 ligne 9).

La double épure suivante (plan et coupe) va nous permettre d'accéder à l'architecture du quark top q_t et au calcul de sa masse :

MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Fig. 6.10 : Tracé régulateur et genèse du quark top



Le tracé régulateur de gauche illustre le caractère fractal de l'architecture du quark top, ainsi que le décalage de soixante degrés entre deux directions voisines de composition des ondes de densité symbolisées par l'utilisation des trois couleurs rouge verte et bleue, conformément à la convention adoptée par les physiciens auteurs de la théorie des quarks baptisée *chromodynamique quantique*. L'étude des forces au chapitre 8 nous montrera que les fermions et les quarks qui en sont les « détails techniques » subissent une pression provenant de l'espace environnant, symbolisée par les flèches jaunes. Cette pression fournit aux quarks l'énergie nécessaire au verrouillage du fermion auquel ils appartiennent. Nous passons ici de la description symbolique d'objets *sphériques* à celle d'un objet *torique*. C'est pourquoi le tracé régulateur du quark top présenté ci-dessus doit être considéré comme l'assemblage dans un même plan de six sphères autour d'une sphère centrale de même rayon, alors que les fermions étaient des assemblages de onze ou douze sphères autour d'une sphère centrale de même rayon dans l'espace à trois dimensions.

Conformément au principe qui veut que ce soit au niveau externe d'un tracé régulateur que s'apprécie masses et longueur d'ondes, c'est au diamètre des cercles verts qu'est associée la longueur d'onde λ caractéristique d'un quark, soit $\frac{3}{4} N$ ($7,56292583 \cdot 10^{-18} \text{ m}$) dans le cas du quark top (voir Tab. 6.7 page 126 ligne 1). Il apparaît ainsi que le diamètre de ce tracé régulateur est le même que celui du muon, le cercle jaune central étant en quelque sorte pour chaque type de quark la projection dans l'espace de la particule X qui se trouve placée au centre de chaque tracé régulateur (voir Fig. 4.4 page 76 et Fig. 4.5 page 77).

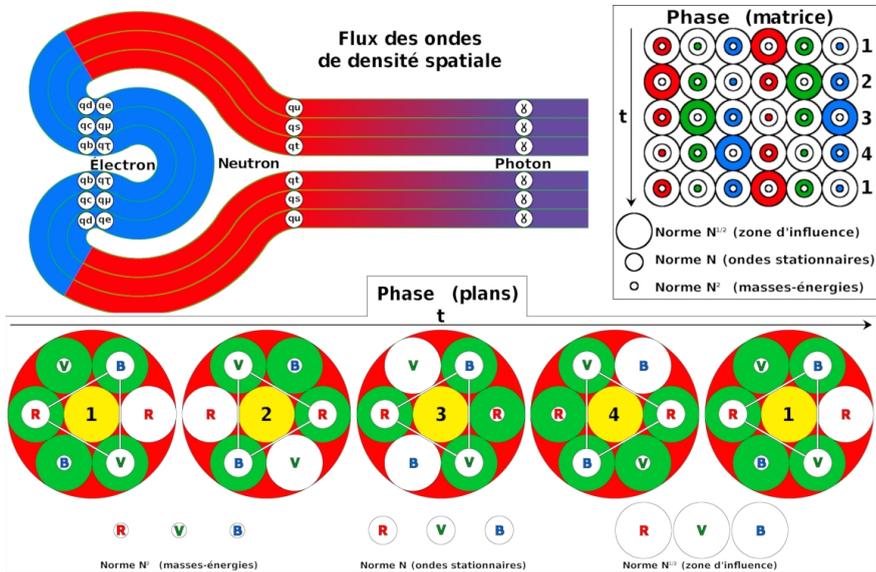
THÉORIE NR

L'épure située sur la droite de la figure 6.10 va nous permettre d'expliquer la genèse topologique d'un quark. Les deux cercles pochés en vert foncé correspondent à la coupe du quark top composé de six sphères inscrites dans un tore. La partie vert clair du tracé est d'un point de vue métrique équivalente à la coupe d'un tauon ou d'un antitauon. En effet, si on fait mentalement pivoter d'un demi-tour autour de l'axe **AA'** la somme des zones pochées en vert clair et vert foncé, on obtient un objet géométrique en trois dimensions spatiales que l'on qualifiera *coquille*, en fait une « boule creuse ». La même opération appliquée à la seule zone de couleur vert foncé nous donne un *tore*, semblable à un *anneau*. Les flèches rouges nous indiquent (en coupe) l'opération topologique permettant de passer de la coquille à l'anneau. Cette opération consiste à « pincer » la coquille en joignant les points **A** et **B** ainsi que **A'** et **B'** et à les rabattre sur les points **C** et **C'**.

Phase des quarks

Il nous faut maintenant passer de la *vision spatiale* d'un quark à sa *vision spatio-temporelle* en se penchant sur la notion de *phase*. Les trois schémas suivants vont nous aider à visualiser ce problème relativement complexe qui mêle deux phases superposées :

Fig. 6.11 : Flux des ondes de densité et phase des quarks



MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Les deux figures précédentes 6.9 et 6.10 se conforment aux principes *métriques* retenus pour établir les différents tracés régulateurs. Nouveau point de vue avec la figure 6.11 qui nous procure un complément d'information, premièrement grâce à une approche *topologique* — c'est-à-dire sans tenir compte de la métrique et en particulier du *rapport d'homothétie* ou *facteur d'échelle fractale 3* — puis *temporelle* avec les deux encadrés permettant de visualiser l'évolution des densités spatiales des différentes bulles d'espace schématisées dans les tracés régulateurs. Quelques commentaires sur ces trois approches graphiques :

Le flux des ondes de densité spatiale décrit dans la partie en haut à gauche de la figure 6.11 nous montre la circulation croisée des ondes de densité à l'issue du processus topologique de double enveloppement, en prenant comme exemple le cas d'un neutron. Celui-ci occupe la moitié gauche du schéma, alors que la partie droite représente la projection de la charge électromagnétique dans l'espace, raison pour laquelle un photon a été indiqué, en rappelant qu'en théorie NR, il ne s'agit pas d'une particule qui se déplace dans l'espace mais d'une onde de densité qui se propage au travers de la structure fractale faite de groupements de bosons de X voisins et synchronisés. La couleur violette signifie que l'espace dans lequel se place le photon est neutralisé, ce qui implique que si on prolongeait le dessin sur la droite, la couleur bleue apparaîtrait progressivement et on aboutirait à un électron. Si nous avions affaire à un neutron ou un proton seul dans l'espace, la couleur verte aurait été employée au voisinage du photon, signifiant ainsi que la charge positive du nucléon s'est progressivement diluée dans l'espace pour s'équilibrer avec l'espace *neutre*, et non pas *neutralisé* par la présence d'un électron périphérique. Les quarks se situent ainsi à l'interface entre matière et espace, mais au final tout n'est qu'espace, soustrait à l'expansion sur la gauche du schéma, en expansion sur la droite s'il s'agit de l'espace libre en phase neutre.

Par ailleurs, cette vision purement topologique de la structure de l'ensemble que constitue les particules de matière et l'espace proche dans lequel elles projettent leur influence électromagnétique confirme les règles d'enchaînement illustrées par la figure 6.9 de la page 129 et le phénomène de croisement, avec par exemple les quarks légers q_u et q_d qui aboutissent au quark lourd q_t .

THÉORIE NR

D'autre part, même si la figure 6.10 donne au quark top q_t une géométrie torique avec tout comme dans le cas du boson de X six directions de propagation des ondes de densité, la figure 6.11 ci-dessus indique deux autres directions, suivant la perpendiculaire au plan équatorial du tore. Ceci nous indique que les quarks doivent être assujettis au même facteur d'harmonisation radiale $3/4$ que nous avons utilisé pour calculer la taille des fermions (voir section dédiée pages 91 à 93). En application des relations de Planck-Einstein (équations 4.1 et 4.2 page 67) montrant que masses et longueurs d'onde des fermions évoluent en raison inverse, c'est donc le facteur inverse $4/3$ qui sera pris en compte pour le calcul des masses des quarks.

La matrice de la phase présentée dans l'encadré en haut à droite de la figure 6.11 est à vocation uniquement temporelle et nous montre l'évolution de la phase d'un quark sous une forme matricielle, c'est-à-dire en utilisant des lignes et des colonnes. Les couleurs rouge verte et bleue expriment la *charge de couleur* utilisée par la théorie de la chromodynamique quantique et sont donc sans rapport avec les couleurs rouge et bleue relatives à la charge électrique utilisées pour décrire à gauche de la figure 6.11 le flux des ondes de densité spatiale. Chaque ligne horizontale représente ainsi le développement linéaire des cercles indiqués selon une disposition hexagonale sur la partie gauche de la figure 6.10.

Une lecture « diagonale » nous montre que les différentes étapes d'une phase — correspondant aux normes $\mathbf{N}^{1/2}$ \mathbf{N} et \mathbf{N}^2 — se décalent vers la droite en changeant de charge de couleur suivant le cycle rouge → vert → bleu, cycle qui semble donc associé à un phénomène ternaire que nous qualifierons de *triphase*, ce qui débouche sur un paradoxe. En effet, les variations de la densité de l'espace, conséquence de sa structuration à partir d'oscillateurs harmoniques alternant densité maximale (norme \mathbf{N}^2) et minimale (norme $\mathbf{N}^{1/2}$), nous font plutôt penser à une phase binaire. Comment alors concilier ces deux phases binaire et ternaire ?

Explication. Les cinq lignes de la matrice illustrent le déroulement d'une phase en quatre parties — et non pas seulement deux en raison de la prise en compte de la situation intermédiaire qualifiée de stationnaire — tel qu'il a été précédemment décrit (voir Chapitre 3 - Phases de l'espace - Page 35), la cinquième ligne étant en fait la reproduction à l'identique de la première.

MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Une lecture « verticale » nous indique que la première ligne de la matrice est rétablie au bout de quatre étapes, alors qu'en revanche une lecture « diagonale » aboutit au même stade à un décalage de charge de couleur, suivant le cycle ternaire rouge vert bleu. Or, ces quatre étapes de la phase se traduisent par seulement deux tiers de tour dans la disposition géométrique réelle hexagonale. Ce n'est donc qu'au bout de *deux tours*, soit douze étapes, que les deux phases d'*oscillation binaire* et de *rotation ternaire* seront conjointement rétablies.

Nous verrons avec l'étude de l'électromagnétisme au chapitre 7 que cette observation peut être mise en rapport avec la notion très théorique en physique contemporaine de spin $1/2$, sachant que celle-ci correspond précisément à un rétablissement d'une situation phasée au bout de *deux tours*, alors qu'en revanche ce n'est qu'au bout d'un *demi-tour* qu'un objet de spin 2 retrouve ses caractéristiques initiales établies au départ de la phase.

Les plans de la phase figurant dans l'encadré du bas de la figure 6.11 nous offrent une lecture géométrique d'une phase, en reportant les informations obtenues avec la matrice sur le plan d'un quark.

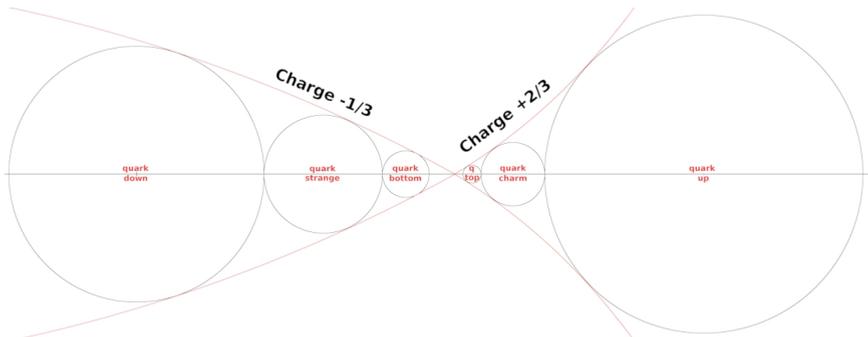
On constate que les cercles de même couleur, diamétralement opposés dans la figure 6.9, ne sont pas au même stade de leur oscillation, une sphère dilatée (norme $\mathbf{N}^{1/2}$) ou contractée (norme \mathbf{N}^2) étant toujours opposée à une sphère en position stationnaire (norme \mathbf{N}). D'autre part, on remarque qu'à chaque étape, trois sphères sont toujours simultanément en position stationnaire (norme \mathbf{N}), ce qui a été mis en évidence par l'indication d'une liaison triangulaire qui pivote d'un sixième de tour au fur et à mesure du déroulement de la phase. Enfin, les dispositions deux sphères dilatées + une contractée (plans 2 et 3) et une sphère dilatée + deux contractées (plans 4 et 5) alternent mais par groupes de deux.

L'étude de la force électromagnétique qui interviendra au chapitre 8 s'appuiera sur ces caractéristiques spatio-temporelles de l'évolution de la phase d'un fermion, en particulier sur sa composante rotationnelle, pour donner une explication géométrique à la trajectoire en apparence erratique des électrons périphériques des noyaux atomiques, avec la notion de puits de potentiel qui sera associée à la partie contractée (norme \mathbf{N}^2) de la phase du faisceau de projection du quark up d'un proton.

Approche curviligne de la hiérarchie des masses des quarks

La figure 6.9 de la page 129 nous a proposé une première approche de la hiérarchie des masses des quarks, sous une forme que nous qualifierons de *linéaire*¹, les différentes masses étant représentées par des disques, eux-mêmes encadrés par des droites montrant la relative proportionnalité des surfaces établies dans la colonne 4 de la partie droite du tableau 6.7 de la page 126. Ces surfaces sont en pratique proportionnelles aux racines carrées des masses correspondantes, puisque les diamètres ont été fixés sur la base des racines quatrièmes de ces masses. Nous avons toutefois noté *un décalage inversé au niveau des quarks charm et strange*, et indiqué qu'*il pourrait avoir un rapport avec le changement de charge et donc de courbure de l'espace*. Cette observation nous incite à pousser plus loin l'investigation graphique, en recherchant quelle pourrait être la nature géométrique de cette courbure. Nous pouvons tout d'abord modifier la figure 6.8 de la page 127 — que nous venons de qualifier de *linéaire* — de la manière suivante, dans une approche que nous nommerons maintenant *curviligne*, pour la différencier de la précédente :

Fig. 6.12 : Approche curviligne de la hiérarchie des quarks



Les différents disques représentatifs des charges des quarks se retrouvent ainsi bordés par des *cercles osculateurs*² de deux courbes symétriques qui se croisent au point central du graphique.

Première observation, il semble y avoir une bonne continuité entre la partie droite et la partie gauche, puisqu'on n'observe pas de

-
- 1 Le terme *linéaire* est ici employé selon son acception *algébrique* (fonctions de type $y = ax$ où $a \in \mathbb{R}$), ce qui produit graphiquement des *droites* et non des lignes quelconques au sens usuel.
 - 2 Voir article WIKIPÉDIA: https://fr.wikipedia.org/wiki/Cercle_osculeur

MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

cassure de la courbure au niveau du point de jonction. Reste à imaginer quelle pourrait être la nature de ces deux courbes. Peut-être des arcs de parabole, mais une autre idée est envisageable, à mettre en rapport avec le processus topologique de double enveloppement décrit par la figure 6.9 de la page 129 illustrant la genèse des différents quarks. Il s'agit de la *cycloïde droite*, ainsi définie sur le site WIKIPÉDIA <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cycloïde> :

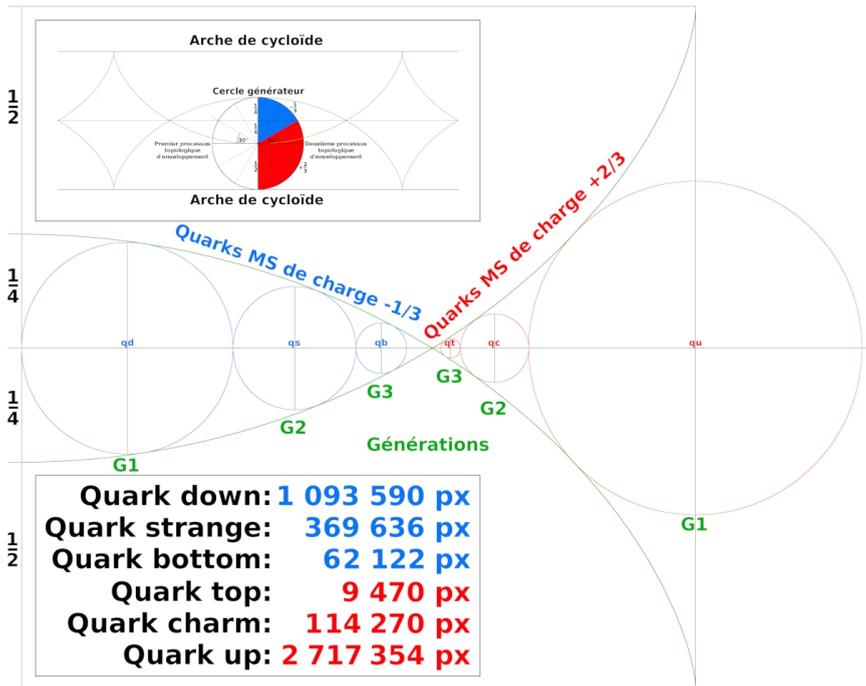
La **cycloïde droite**, aussi appelée **roue d'Aristote** ou **roulette de Pascal**, est une courbe plane transcendante, trajectoire d'un point fixé à un cercle qui roule sans glisser sur une droite ; elle a été appelée *cycloïde* pour la première fois par Jean de Beaugrand. Il s'agit donc d'une courbe cycloïdale particulière dont la directrice est une droite et dont le point générateur est situé sur le cercle lui-même ; c'est un cas particulier de trochoïde.

Si le diamètre du cercle générateur est fixé à la valeur **1**, elle répond à l'équation cartésienne suivante :

$$x = \arccos(1 - y) - \sin(\arccos(1 - y)) \quad (6.20)$$

En prolongeant graphiquement les courbes esquissées sur la figure 6.12, nous pouvons proposer l'extrapolation suivante :

Fig. 6.13 : Enveloppement des quarks par des demi-cycloïdes de révolution



THÉORIE NR

Ce schéma a été réglé afin que les deux demi-arches de cycloïdes soient complètes, c'est-à-dire qu'elles vont du sommet de l'arche à gauche au point de rebroussement à droite. Le cercle associé au quark down q_d a été positionné tangent à l'axe de l'arche supposée complète et le centre du cercle associé au quark up q_u au droit du point de rebroussement. Ces deux dernières dispositions appelleront bien sûr quelques justifications ultérieures.

L'encadré du haut nous montre que le point de croisement des deux demi-arches de cycloïdes se situe horizontalement au droit du point du cercle générateur correspondant au tiers de la deuxième demi-rotation. Cette observation a évidemment un rapport direct avec les charges des quarks $-1/3$ et $+2/3$. La partie gauche du cercle générateur laissée en blanc correspond au premier processus topologique d'enveloppement aboutissant à la création d'un électron, alors que la partie droite pochée en bleu et rouge illustre le deuxième générant un neutron.

Quant à l'encadré du bas, il traduit les surfaces des différents disques en termes de *pixels*, ce qui a été obtenu en utilisant l'outil *histogramme* du logiciel de dessin. En effet, l'établissement des équations des six cercles représentatifs des charges des différents quarks est une tâche mathématiquement ardue, et puisque nous sommes dans le cadre d'un projet d'architecte, autant éviter cette complexité en suivant une démarche purement graphique.

Cette nouvelle interprétation graphique de la genèse des quarks semble séduisante, en raison de sa rigueur géométrique. Il nous reste cependant à vérifier si elle peut nous permettre d'approcher d'une manière satisfaisante les masses des quarks, à partir des surfaces des différents disques traduites sous forme de nombre de pixels. Les critères suivants doivent nous guider :

1. La figure 6.13 est parfaitement *euclidienne*, ce qui signifie que les différentes courbures de l'espace ne sont pas prises en compte, en l'espèce celles correspondant aux charges négatives et positives. Nous avons le choix entre déformer le schéma et procéder à une nouvelle mesure du nombre de pixels associés à chaque masse de quark, ou plus simplement utiliser les coefficients C_{s+} et C_{s-} du tableau 2.2 de la page 29 applicables aux mesures de surfaces pour corriger le nombre de pixels mesurés sur chaque disque.

MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

2. La partie centrale de la limite gauche de la figure 6.13 — où sont indiqués les rapports $1/4$ — est en réalité l'interface entre les deux processus topologiques d'enveloppement, ce qui signifie que si nous prolongions le schéma vers la gauche, il nous faudrait représenter les trois quarks de l'électron, nouveaux objets physiques spécifiques de la théorie NR que nous avons vu apparaître avec la figure 6.9 de la page 129. Nous devons donc nous attendre à ce qu'une relation particulière soit établie entre le quark down q_d du neutron et le quark q_e de l'électron. Peut-être nous faudra-t-il une nouvelle fois évoquer métaphoriquement le phénomène de *mitose* caractérisant la *division cellulaire des eucaryotes* — tout comme nous l'avons fait au début du chapitre 2 consacré à la genèse imaginaire de l'espace à propos des translations de la fluctuation minimale — pour illustrer ce dédoublement du quark q_e à l'interface des deux processus topologiques d'enveloppement. L'étude des trois quarks de l'électron prévus par la théorie NR sera l'objet d'une prochaine section page 145.
3. La figure 6.9 de la page 129 nous a également montré que le deuxième processus topologique d'enveloppement produit « une sorte d'inversion des valeurs », le quark down léger q_d produisant le quark top lourd q_t et réciproquement le quark bottom lourd q_b générant le quark up léger q_u , les deux quarks de masses moyennes strange q_s et charm q_c s'enchaînant en position intermédiaire. Ce phénomène de croisement avait déjà été signalé dans les commentaires de la figure 6.11 de la page 132 illustrant le *flux des ondes de densité spatiale* au travers la structure interne d'un neutron ainsi que dans son faisceau de projection de la charge électrique dans l'espace environnant.
4. Il nous reste donc à interpréter les valeurs fournies par l'encadré du bas de la figure 6.11 en termes de pixels, pour tenter d'approcher les masses des six quarks de la physique officielle, en gardant bien à l'esprit que les quarks ne sont pas des disques dessinés sur une feuille de papier à deux dimensions spatiales, mais des objets physiques beaucoup plus complexes que nous qualifierons d'*hypertoriques*, de *quantifiés* et de *triphases*, décrits dans un espace possédant quatre dimensions spatiales euclidiennes.