

5

Tailles des particules

« La perception de l'infiniment petit
est le secret de la clairvoyance »

Lao-Tseu – V^e siècle av. J-C

Taille des fermions

Principes de calcul des tailles des fermions

Le calcul des tailles des fermions se fera en théorie NR à partir de la longueur d'onde associée au boson de X en phase neutre (voir Tab. 4.1 ligne 12 page 66). Ce choix se justifie du fait que les rayons des fermions au niveau de leurs sections efficaces traversent les zones vertes neutres du tracé régulateur (points du cercle circonscrit tangents aux grands cercles verts). Pour établir la métrique en volume sphérique d'une particule de matière, les diamètres des cercles du tracé régulateur doivent être multipliés par le facteur $3/4$, que l'on baptisera *facteur d'harmonisation radiale*. En effet, la norme **N** représente la longueur d'onde associée au boson de X en phase hexagonale, c'est-à-dire dans sa situation de maille élémentaire d'une nappe euclidienne unique, où sa masse (ou son énergie) résulte du croisement de six fluctuations minimales (voir Fig. 3.1 page 37). Suite à l'opération topologique d'enveloppement, la situation devient différente en raison de l'architecture particulière des particules, représentée très schématiquement par les tracés régulateurs. Ce sont trois nappes euclidiennes superposées qui acquièrent une géométrie quasi-sphérique (si on néglige les nœuds de blocages que sont les quarks), et qui de ce fait s'harmonisent suivant *quatre directions de l'espace* et non seulement trois comme dans le cas de la nappe euclidienne unique ayant servi de base à la définition de la norme **N** associée au boson de X en phase euclidienne. On verra au huitième chapitre avec l'étude des forces que cette nouvelle configuration entraîne une augmentation de l'énergie d'une particule de matière, due à la pression de l'espace (force de Casimir généralisée).

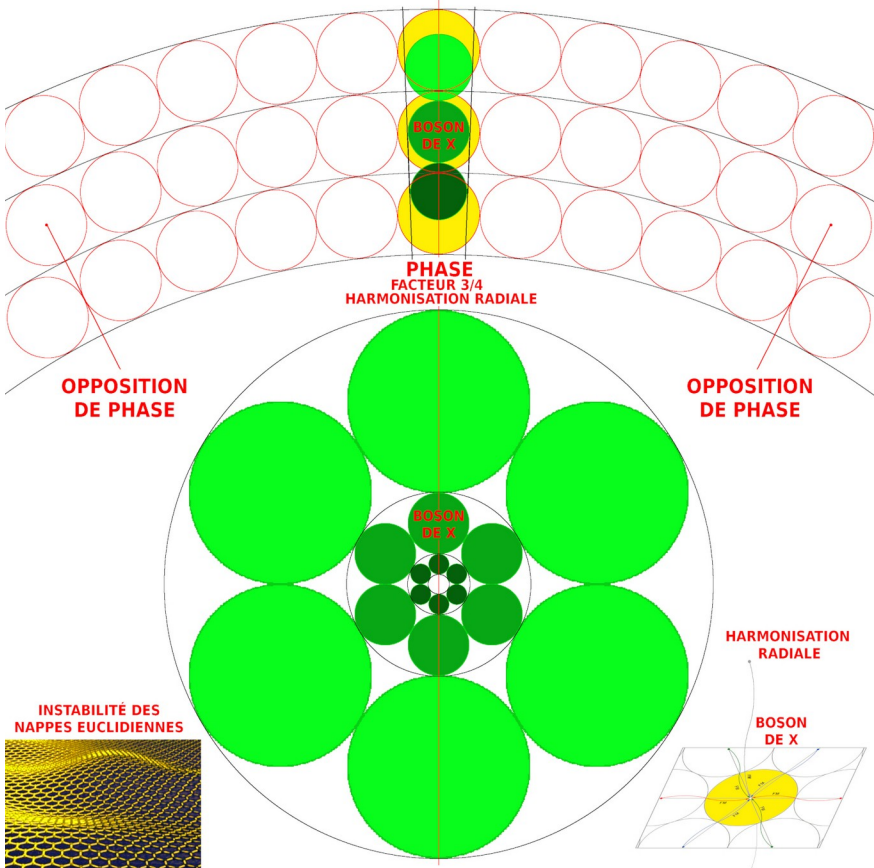
THÉORIE NR

L'énergie augmentant en raison inverse de la longueur d'onde associée (voir équations 4.1 et 4.2 page 67), c'est donc une diminution de cette dernière qui intervient dans le rapport de **6/8**, d'où la contraction de la maille élémentaire du facteur **3/4**¹.

La relation entre masse et métrique des particules est en réalité un peu plus complexe, ce qui sera explicité ci-après avec l'étude des bosons de jauge W^\pm et Z^0 .

L'épure ci-dessous présentée permet de justifier cette utilisation du facteur **3/4** d'harmonisation radiale :

Fig. 5.1 : Facteur 3/4 d'harmonisation radiale



1 Les connaisseurs de la *chromodynamique quantique* (QCD) pourront faire le rapprochement avec la théorie des *gluons*, qui sont au nombre de huit, dont six affublés des couleurs rouge, verte, bleue, et deux blancs.

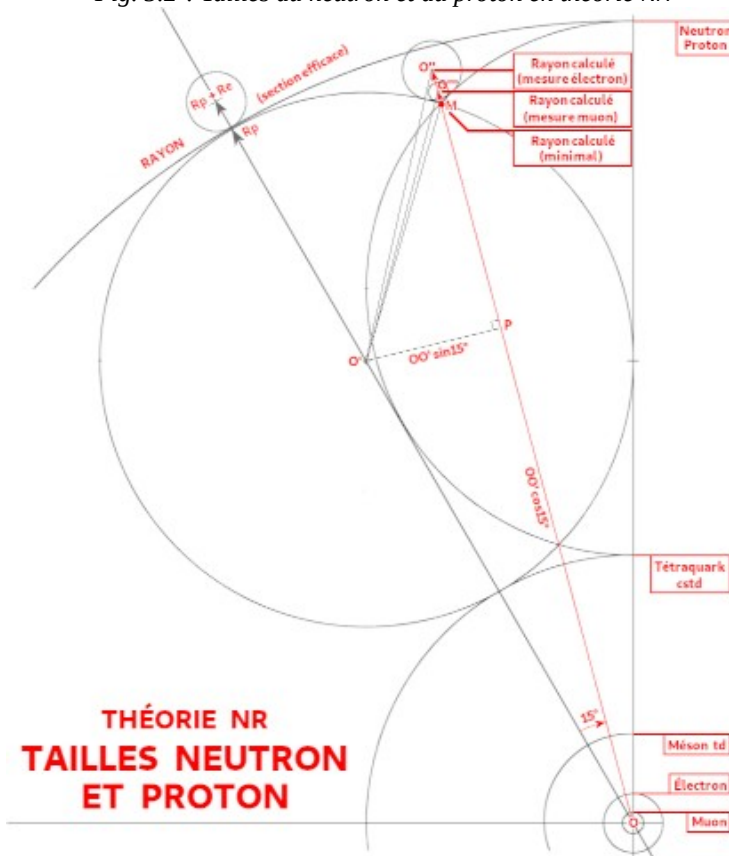
TAILLES DES PARTICULES

Le haut du schéma montre en coupe la courbure de trois nappes euclidiennes de bosons de X (Fig. 3.1 mise en perspective en bas à droite). Cette courbure trouve son origine dans le fait que l'espace **3D** est courbe (phase neutre), ce qui rend les nappes euclidiennes à maille hexagonale instables, comme le montre l'illustration en bas à gauche. Ainsi, les triples nappes de bosons de X en phase euclidienne se contractent là où les mailles s'alignent, ce qui crée une quatrième direction d'harmonisation des fluctuations de l'espace. L'opération topologique d'enveloppement se termine alors par la formation d'une particule de matière (tracé régulateur vert au centre).

Calcul des tailles des fermions

L'épure suivante — basée sur les principes du tracé régulateur — nous donne les clés du calcul de la taille des fermions :

Fig. 5.2 : Tailles du neutron et du proton en théorie NR



THÉORIE NR

Cette épure montre que si l'on tient compte du phénomène de *framboisement* (terme de biologie cellulaire que l'on emploiera pour qualifier l'architecture des fermions semblable à celle d'une framboise), la mesure de la taille d'un proton peut donner des résultats différents selon la méthode expérimentale employée.

Le point **O** représente le centre du neutron ou du proton, mais il est aussi représentatif de l'axe reliant les quarks opposés up et down. Cet axe perpendiculaire au plan de l'épuration n'est donc pas apparent.

Il s'agit en fait d'une « coupe à l'équateur d'un fermion ». Les cinq premiers niveaux fractals du neutron sont notés sur le côté droit. Ils correspondent aux sections efficaces données par les sphères circonscrites. Tout comme l'électron, le neutron possède une sous-structure, indiquée ici par les quarks qui en font partie (**cstd** et **td**). Un électron et un muon ont été tracés au centre de l'épuration (point **O**). Le but est simplement donner les tailles de ces deux fermions afin de pouvoir les reporter en haut de l'épuration.

Les rayons du neutron et du proton s'obtiennent très simplement en calculant les cotés des triangles rectangles **OPO'** et **O'PO''** pour la mesure avec des électrons, **OPO'** et **O'PO'''** pour la mesure avec des muons, **OPO'** et **O'PM** pour la taille minimale théorique.

Le tableau suivant donne le détail de ces calculs (les valeurs fournies par les physiciens sont indiquées en bleu) :

Tab. 5.1 : Tailles des fermions en théorie NR

| Calcul des rayons des fermions | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------|---|----------------|---|
| n° | Donnée | Symb. | Formule | Valeur | U |
| 1 | Longueur d'onde de Planck Einstein fractale neutre | λ_{BEIN} | Voir calcul des masses et des longueurs d'onde boson de X | 9,88149502E-18 | m |
| 2 | Norme N métrique (harmonisation radiale) | N_M | $N_M = \frac{3}{4} \lambda_{BEIN}$ | 7,41112127E-18 | m |
| 3 | Rayon de l'électron (section efficace) | R_e | $R_e = \frac{9}{2} N_M$ | 3,33500457E-17 | m |
| 4 | Rayon du muon (section efficace) | R_μ | $R_\mu = \frac{3}{2} N_M$ | 1,11166819E-17 | m |
| 5 | Rayon du tauon (section efficace) | R_τ | $R_\tau = \frac{1}{2} N_M$ | 3,70556063E-18 | m |
| 6 | Rayon du proton (section efficace) | R_p | $R_p = 27 R_e$ | 9,00451234E-16 | m |
| 7 | Rayon du proton bombardé par des électrons | $R_{p,e}$ | $R_{p,e} = \left(\frac{2}{3} R_p \cos \frac{\pi}{12} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{3} R_p + R_e \right)^2 - \left(\frac{2}{3} R_p \sin \frac{\pi}{12} \right)^2}$ | 8,74944255E-16 | m |
| 8 | Rayon du proton bombardé par des électrons | $R_{p,M}$ | expérimental | 8,76800000E-16 | m |
| 9 | Différence $R_{p,M} - R_{p,e}$ (valeur absolue) | Δ | $\Delta = R_{p,M} - R_{p,e} $ | 1,85574494E-18 | m |
| 10 | Pourcentage différence | % Δ | % $\Delta = \frac{\Delta}{R_{p,M}}$ | 0,2116497423 | % |
| 11 | Rayon du proton bombardé par des muons | $R_{p,\mu}$ | $R_{p,\mu} = \left(\frac{2}{3} R_p \cos \frac{\pi}{12} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{3} R_p + R_\mu \right)^2 - \left(\frac{2}{3} R_p \sin \frac{\pi}{12} \right)^2}$ | 8,49563677E-16 | m |
| 12 | Rayon du proton bombardé par des muons | $R_{p,M}$ | expérimental | 8,41840000E-16 | m |
| 13 | Différence $R_{p,M} - R_{p,\mu}$ (valeur absolue) | Δ | $\Delta = R_{p,M} - R_{p,\mu} $ | 7,72367678E-18 | m |
| 14 | Pourcentage différence | % Δ | % $\Delta = \frac{\Delta}{R_{p,M}}$ | 0,9174756219 | % |
| 15 | Limite inférieure théorique du rayon du proton | R_{p0} | $R_{p0} = \left(\frac{2}{3} R_p \cos \frac{\pi}{12} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{3} R_p \right)^2 - \left(\frac{2}{3} R_p \sin \frac{\pi}{12} \right)^2}$ | 8,36654663E-16 | m |

TAILLES DES PARTICULES

Principes du calcul (voir détails en annexe 3 page 357) :

Ligne 1 : Résultat de la théorie NR

Lignes 2 à 6 : Rayons des fermions (sections efficaces)

Lignes 7 à 10 : Rayon du proton (via électrons)

Lignes 11 à 14 : Rayon du proton (via muons)

Ligne 15 : Limite inférieure théorique du rayon du proton

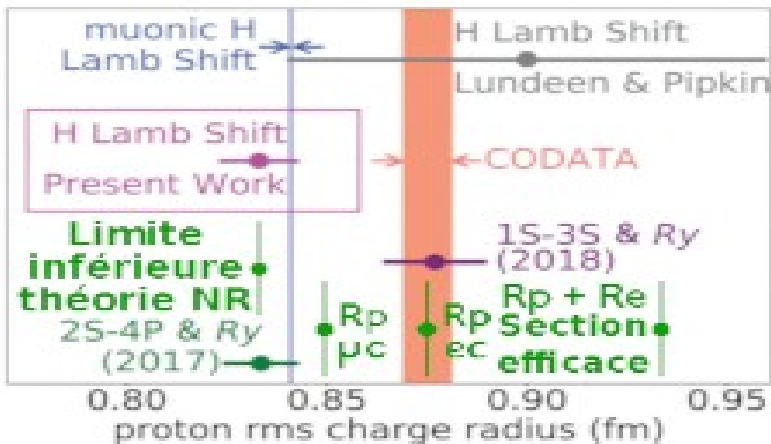
Résultats 3 et 4 : Le calcul des tailles des fermions est d'une bonne précision, puisque l'écart entre la première valeur (bombardement par des électrons) prévue par la théorie NR et celle mesurée par les physiciens expérimentateurs est de l'ordre de **2,12%**. La deuxième valeur (bombardement par des muons) présente un écart d'environ **9,17%**.

La deuxième valeur (bombardement par des muons) présente un écart moins significatif, quoique suffisant pour expliquer l'origine de du problème constaté en changeant de méthode expérimentale. Une prise en compte d'un effet relativiste de contraction des longueurs pourrait améliorer la prévision, en la rapprochant de la valeur expérimentale.

Comparaison avec les résultats expérimentaux

Le tableau suivant (source : revue Science - 6 Sept. 2019) résume les différentes valeurs établies expérimentalement pour le rayon de charge du proton. Les deux résultats R_{pec} et $R_{\mu pc}$, ainsi que la section efficace $R_p + R_e$ et la limite inférieure théorique R_M donnés par la théorie NR, ont été reportés en vert sur le graphique.

Fig. 5.3 : Mesures expérimentales et calculs TNR du rayon de charge du proton



THÉORIE NR

Ainsi, les valeurs établies expérimentalement¹ entre les années 2010 et 2019 sont toutes situées dans les limites proposées par la théorie NR. La position du rayon de charge du proton calculé sur la base d'un bombardement par des électrons se trouve elle parfaitement centrée dans la bande d'incertitude de la valeur CODATA retenue par les physiciens expérimentateurs.

A noter que l'introduction du facteur **3/4** dans le calcul des propriétés métriques des fermions a en quelque sorte « déconnecté » les mesures des *longueurs effectives* dans l'espace fractal « métrique » de dimension **1,5** des mesures des *longueurs d'ondes associées* à la masse — ou à l'énergie interne liée à la masse par le facteur **c²** — dans l'espace « énergétique » à quatre dimensions spatiales.

Dernière observation, nous avons au passage calculé les rayons des trois leptons que sont l'électron, le muon et le tauon (*voir Tab. 5.1 page 94*). Celui de l'électron s'établit ainsi à la valeur de **3,335.10⁻¹⁷ m**.

Aucune expérience n'a pu à ce jour donner une taille à l'électron (souvent considéré comme « ponctuel », ce qui est une vision purement mathématique contraire au principe NR), probablement faute de projectile adapté pour la mesurer. Quant au muon et au tauon, leurs tailles sont encore plus hors d'atteinte des capacités expérimentales actuelles. Le rayon dit « classique » de l'électron est de **2,817 × 10⁻¹⁵ m**, mais sa réelle signification physique reste obscure. D'autres approches proposent un rayon inférieur à **10⁻¹⁸ m** ou **10⁻²² m**. Ce premier ordre de grandeur de **10⁻¹⁸ m** est tout à fait compatible avec le rayon établi en théorie NR, si on tient compte du fait que dans cette approche l'électron possède un quark **q_e** (le quark indiqué sur la figure 4.10 page 83 intitulée *Coupe schématique d'un neutron*) dont la taille est nécessairement inférieure au rayon calculé de l'électron lui-même. Or, selon l'expérience envisagée — pour autant qu'on arrive à en réaliser une un jour — c'est probablement le quark **q_e** qui sera détecté et non l'électron lui-même, pour des raisons relevant de la théorie électromagnétique. Dans cette hypothèse, l'ordre de grandeur de **10⁻¹⁸ m** semble tout à fait plausible.

1 Pour en savoir plus, voir l'article de WIKIPÉDIA :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Problème_de_la_taille_du_proton