



**HAL**  
open science

# De l'intervalle universel à un invariant entre proton et neutron

Jean François Labopin

► **To cite this version:**

Jean François Labopin. De l'intervalle universel à un invariant entre proton et neutron. 2022. hal-03705469

**HAL Id: hal-03705469**

**<https://amu.hal.science/hal-03705469>**

Preprint submitted on 27 Jun 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Titre

**De l'intervalle universel à un invariant entre proton et neutron**

**From the universal interval to an invariant between proton and neutron**

Auteur

Jean-François Labopin

Résumé

D'analyses de constantes physiques nous induisons le postulat de la conservation d'un produit d'une énergie mécanique et d'une énergie électrique entre proton et neutron.

From analyzes of physical constants we induce the postulate of the conservation of a product of a mechanical energy and an electrical energy between proton and neutron.

Mots clés

Constantes physiques, particule, électron, proton, neutron, quark, sphère, pseudosphère, accélération quanta-gravitationnelle, pseudosphère physique, mécanique unitaire

| TABLE  |  | page |
|--|--|------|
| Introduction .....   |  | 2    |
| Appellations et notations .....  |  | 2    |
| 1 <sup>ère</sup> partie : Intervalle universel.....  |  | 3    |
| 2 <sup>ème</sup> partie : Énergie infime, rayon infime,<br>masse et charge quasi-ponctuelles, point matériel,<br>accélération quanta-gravitationnelle,<br>relation synthétique électron..... |  | 5    |
| 3 <sup>ème</sup> partie : Pseudosphère physique,<br>particule pseudosphérique et particule sphérique.....  |  | 6    |
| 4 <sup>ème</sup> partie : Division harmonique extrême.....   |  | 7    |
| 5 <sup>ème</sup> partie : Constantes physiques $\langle 5 \rangle^\alpha$ et $\delta_e$ .....  |  | 8    |
| 6 <sup>ème</sup> partie : Relations synthétiques proton.....   |  | 11   |
| 7 <sup>ème</sup> partie : Simple quark, double quark,<br>modèle quasi-classique de proton.....   |  | 12   |
| 8 <sup>ème</sup> partie : Un invariant entre proton et neutron.....  |  | 21   |
| Conclusion : Géométrie non-euclidienne, particule et atome,<br>mécanique unitaire.....   |  | 24   |
| Annexe mathématique .....  |  | 27   |

## Introduction

Une expression classique de la loi de la conservation de l'énergie est l'invariance de *la somme* d'une énergie cinétique et d'une énergie potentielle.

Nous allons ici induire d'analyses de constantes physiques le postulat de la conservation d'*un produit* d'une énergie mécanique et d'une énergie électrique entre proton et neutron.

Les valeurs des données sont celles de [pdg.lbl.gov/2021](http://pdg.lbl.gov/2021).

Mais les masses des quarks ont, aujourd'hui, des incertitudes beaucoup plus grandes que les autres données. Les suivantes analyses-synthèses des constantes physiques — en premier lieu l'intervalle universel — en indiquent une précision.

## Appellations et notations

Nous appelons et notons « **portée  $\lambda(\mathbf{m})$  d'une masse  $\mathbf{m}$**  » la longueur  $\lambda(\mathbf{m}) = \mathbf{h}/\mathbf{m}c$  où  $\hbar = 1,054571817...10^{-34}$  J.s est la constante quantique (constante de Planck réduite :  $\hbar = h/2\pi$  où  $h = 6,62607015.10^{-34}$  J s) et  $c = 299792458$  m/s la constante relativiste, valeurs convenues aujourd'hui comme exactes ([pdg.lbl.gov/2021](http://pdg.lbl.gov/2021)).

Et nous appelons et notons « **portée  $\lambda_x$  d'une particule  $x$**  » (boson ou fermion) la portée de la masse  $m_x$  de cette particule  $x$  :  $\lambda_x = \lambda(m_x)$ .

Notamment :

- $\lambda_\tau = \hbar/m_\tau c = 1,110538(75).10^{-16}$  m est la portée du lepton tau
- $\lambda_p = \hbar/m_p c = 2,10308910336(64).10^{-16}$  m est la portée du proton
- $\lambda_e = 3,8615926796(12).10^{-13}$  m est la portée de l'électron
- $r_e = \lambda_e \alpha = 2,8179403262(13).10^{-15}$  m est le rayon classique de l'électron
- $a_\infty = \lambda_e / \alpha = 5,29177210903(80).10^{-11}$  m est le rayon de l'atome (rayon de Bohr)
- $\alpha = Kq_e^2/\hbar c = 1/137,035999084(21)$  est la constante de structure fine (sans dimension) où  $K = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,9875517923(13).10^9$  S.I. est la constante de Coulomb Cette constante  $\alpha$  est proportionnelle au carré de la charge élémentaire  $q_e$
- $q_e = 1,602176634.10^{-19}$  C est la charge électrique élémentaire (valeur exacte)
- $\omega_a = \alpha c/a_\infty = \alpha^2 c/\lambda_e = 4,1341373335(13).10^{16}$  s<sup>-1</sup> est la vitesse angulaire atomique
- $\pm(1/3)q_e$  et  $\pm(2/3)q_e$  sont les charges des quarks
- $m_u = 2,16 (+0,49 ; -0,26)$  MeV/c<sup>2</sup> est la masse du quark u
- $m_d = 4,67 (+0,48 ; -0,17)$  MeV/c<sup>2</sup> est la masse du quark d
- $\tau_n = 879,4 \pm 0,6$  s est la durée de vie du neutron

Première partie

**Intervalle universel**

Soit, par définition induite en [1], la fonction

$$\mathbf{m}(\eta) = (M_P/2)\langle 5 \rangle^\eta \text{ et son inverse } \boldsymbol{\eta}(\mathbf{m}) = \log_{\langle 5 \rangle}[\mathbf{m}/(M_P/2)] \quad (1)$$

où  $m$  est une masse et  $\eta$  un nombre réel,

où  $M_P = (\hbar c/G)^{1/2} = 2,176434(24) \cdot 10^{-8}$  kg est la masse de Planck,

$\hbar = 1,054571817 \dots \cdot 10^{-34}$  J.s étant la constante quantique,

$G = 6,67430(15) \cdot 10^{-11}$  m<sup>3</sup>kg<sup>-1</sup>s<sup>-2</sup> la constante gravitationnelle

et  $c = 299792458$  m/s la constante relativiste :

$M_P$  est une grandeur quanta-gravitationnelle relativiste dont l'incertitude ne dépend que de celle de  $G$  compte tenu des valeurs exactes convenues pour  $h$  et  $c$  (pdg.lbl.gov/2021),

et où la fonction  $\langle X \rangle$ , que nous appelons « **crochet de X** », est la fonction gaussienne

$$\langle X \rangle = \pi^{-1} \exp\left(-\frac{X^2}{2}\right)$$

soit

$$\langle 5 \rangle = \pi^{-1} \exp\left(-\frac{5^2}{2}\right) = 4,64 \dots \cdot 10^{-62}$$

Alors :

$$\boldsymbol{\eta}(m_e) = 0,359954348(80) = (3/5)^2 \text{ à } 0,01 \text{ \% près} \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow (M_P/2)\langle 3 \rangle = m_e \text{ à } 0,6 \text{ \% près}$$

où  $m_e = 9,109383632(55) \cdot 10^{-31}$  kg est la masse de l'électron

$$\boldsymbol{\eta}((m_e m_p)^{1/2}) = 0,333346428(80) = 1/3 \text{ à } 0,004 \text{ \% près} \quad (3)$$

où  $m_p = 1,672621923690(51) \cdot 10^{-27}$  kg est la masse du proton

$$\boldsymbol{\eta}(m_e 6\pi^{12}) = 0,249998778(80) = 1/4 \text{ à } 0,0005 \text{ \% près} \quad (4)$$

$$\boldsymbol{\eta}(m_p \pi^7) = 0,249998645(80) = 1/4 \text{ à } 0,0005 \text{ \% près} \quad (4)$$

$$\Rightarrow m_p/m_e = 1836,1526734(11) = 6\pi^5 = 1836,11 \dots \text{ à } 0,002 \text{ \% près}$$

$$\boldsymbol{\eta}(m_{\pi^0}/25\pi^7) = 0,400000224(53) = 2/5 \text{ à } 0,00006 \text{ \% près} \quad (5)$$

où  $m_{\pi^0} = 134,9768(5)$  Mev/c<sup>2</sup> = 2,4061800(89) · 10<sup>-28</sup> kg

est la masse du boson neutre  $\pi^0$ , un vecteur de l'interaction forte

$$\boldsymbol{\eta}(m_{Z^0}/12\pi^7) = 0,19999673(52) = 1/5 \text{ à } 0,002 \text{ \% près} \quad (6)$$

où  $m_{Z^0} = 91,1876(21)$  Gev/c<sup>2</sup> = 1,625567(37) · 10<sup>-25</sup> kg

est la masse du boson neutre  $Z^0$ , un vecteur de l'interaction faible

Et :  $\eta(M_U) = -0,993404(26) = -1 \text{ à } 0,7 \text{ \% près}$

où  $M_U$  est un ordre de grandeur de la masse de l'univers selon la relativité générale actuelle (théorie gravitationnelle, relativiste, expansionniste, mais non unitaire : cf. conclusion et [1]) :

$$M_U = c^3/2GH_0 = (M_P/2)(T_P H_0)^{-1} = 9,2376(68).10^{52} \text{ kg}$$

où  $T_P = (\hbar G/c^5)^{1/2} = 5,391246(61).10^{-44} \text{ s}$  est le temps de Planck  
 et  $H_0 = 2,185(16).10^{-18} \text{ s}^{-1}$  la constante de Hubble

D'où notre postulat que la masse quanto-gravitationnelle, que nous appelons et notons « **masse de l'univers  $M_{univers}$**  », définie par

$$\eta(M_{univers}) = -1$$

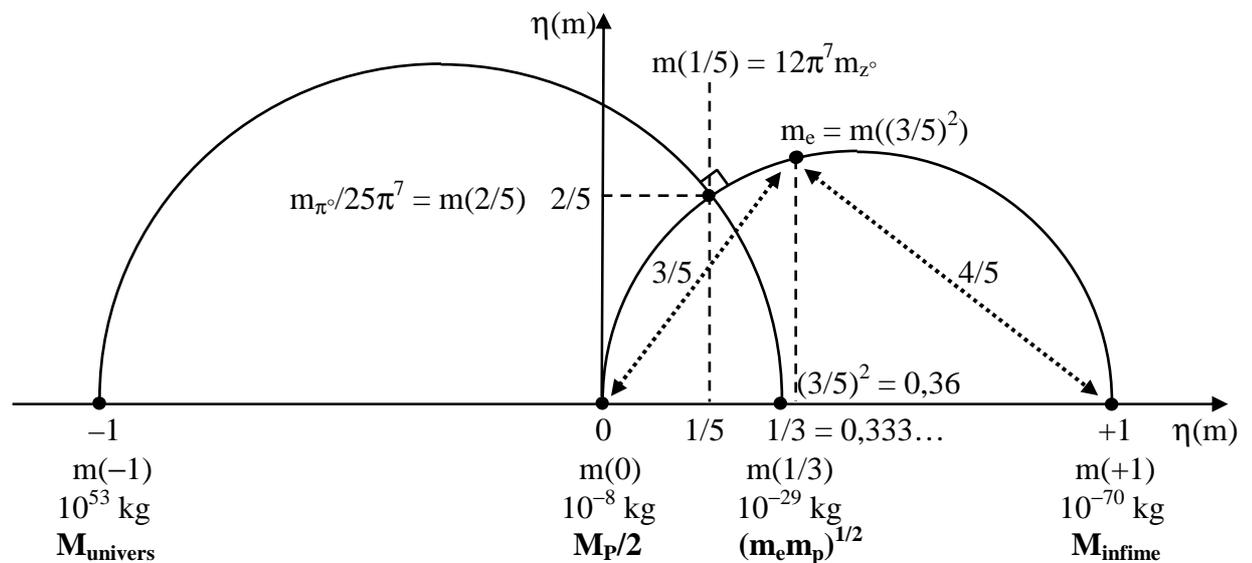
$$\Leftrightarrow$$

$$M_{univers} = m(-1) = (M_P/2)\langle 5 \rangle^{-1} = 2,344891(26).10^{53} \text{ kg}$$

est la masse de l'univers. Cette masse est 2,5 fois plus grande que  $M_U$ .

D'autre part, comme nous l'exposons en [1], (2) invite à représenter l'intervalle de masses [  $m(0) ; m(1)$  ] non par le segment de droite [ 0 ; 1 ] de la droite des nombres réels mais par un *demi-cercle* allant du nombre réel 0 au nombre réel 1, car (figure suivante) si le point correspondant à la masse de l'électron appartient non à la droite des nombres réels mais à l'intervalle *demi-circulaire* [ 0 ; 1 ] alors il s'inscrit dans cet intervalle d'une façon mathématiquement singulière car il forme avec les extrémités de cet intervalle le plus petit triangle de Pythagore :  $(3/5)^2 + (4/5)^2 = 1 \Leftrightarrow 3^2 + 4^2 = 5^2$ . En outre, l'intervalle *demi-circulaire* [ -1 ; 1/3 ]  $\approx$  [  $\eta(M_{univers}) ; \eta((m_e m_p)^{1/2})$  ], où  $(m_e m_p)^{1/2}$  est la moyenne géométrique des masses de l'électron et du proton (cf. (3)), est orthogonal à l'intervalle *demi-circulaire* [ 0 ; 1 ] au point ( 1/5 ; 2/5 )  $\approx$  (  $\eta((m_z/12\pi^7) ; \eta((m_{\pi^0}/25\pi^7))$  ) (cf. (5) et (6)).

Nous appelons « **INTERVALLE UNIVERSEL** » cette géométrie « quanto-gravitationnelle » (*i. e.* unitaire) à deux dimensions vérifiée par les plus fondamentales des constantes physiques :



L'une de ses extrémités correspond à la masse de l'univers. L'autre extrémité correspond à une masse de valeur infime mais non nulle que nous appelons et notons « **masse infime  $M_{infime}$**  » :

$$M_{infime} = m(1) = (M_P/2)\langle 5 \rangle = 5,050198(57).10^{-70} \text{ kg}$$

Deuxième partie

**Énergie infime, rayon infime,  
masse et charge quasi-ponctuelles, point matériel,  
accélération quanta-gravitationnelle, relation synthétique électron**

Nous appelons et notons « **Énergie infime**  $E_{\text{infime}}$  » l'énergie équivalente à la masse infime :

$$E_{\text{infime}} = M_{\text{infime}}c^2 = (M_P/2)\langle 5 \rangle c^2 = 4,538892(51).10^{-53} \text{ J}$$

Nous appelons « **Diamètre infime** » la portée de la masse de l'univers  $\lambda(M_{\text{univers}}) = 2L_P\langle 5 \rangle = 1,500143(17).10^{-96} \text{ m}$ , où  $L_P = (\hbar G/c^3)^{1/2} = 1,616255(18).10^{-35} \text{ m}$  est la longueur de Planck, et nous appelons et notons « **Rayon infime**  $R_{\text{infime}}$  » la moitié de cette portée :

$$R_{\text{infime}} = L_P\langle 5 \rangle = 7,500716(84).10^{-97} \text{ m}$$

Nous appelons « **masse quasi-ponctuelle** » une masse contenue dans une sphère de rayon  $R_{\text{infime}}$ , et « **charge quasi-ponctuelle** » une charge contenue dans une sphère de rayon  $R_{\text{infime}}$ .

Nous appelons « **point matériel** » une masse quasi-ponctuelle neutre de valeur  $M_{\text{infime}}$ .

Par définitions et postulat induits en [1], [3], [5], au mouvement circulaire uniforme de vitesse angulaire  $\omega$  et de rayon  $R$  d'un *point matériel* est associée une « **accélération quanta-gravitationnelle**  $\Gamma$  » qui, dans les conditions classiques  $\omega R \ll c$ ,  $\omega \ll 1/T_P$ ,  $R \gg L_P$ , est définie par

$$\Gamma(\omega ; R) = b\omega(c/R)^2 = (\hbar G/c^2)\omega/R^2$$

où **b** est la « **constante unitaire** » dont la valeur — *mais non la définition* — est  $\hbar G/c^4 = 8,71360(88).10^{-79} \text{ m.s}$  (valeur infime *mais non nulle*) et qui donne son caractère quanta-gravitationnel à tout référentiel *même galiléen* (cf. conclusion ci-après et [1]). L'accélération quanta-gravitationnelle est au centre du mouvement et perpendiculaire au plan du mouvement (cf. [5]).

Comme nous le montrons en [3], il existe, entre les constantes physiques, la « **relation synthétique** » suivante :

$$a_{\infty} m_e [ \Gamma(\omega_a ; \lambda_{\tau}^2/\lambda_p) + \Gamma(\omega_a ; r_e) ] = E_{\text{infime}} \text{ à } 0 \% \text{ près} \quad (7)$$

où  $a_{\infty} = \lambda_e/\alpha = 5,29177210903(80).10^{-11} \text{ m}$  est le rayon de l'atome (rayon de Bohr),  
 $m_e = 9,1093837015(28).10^{-31} \text{ kg}$  est la masse de l'électron,  
 $\omega_a = \alpha c/a_{\infty} = \alpha^2 c/\lambda_e = 4,1341373335(13).10^{16} \text{ s}^{-1}$  est la vitesse angulaire atomique,  
 $\lambda_{\tau} = 1,110538(75).10^{-16} \text{ m}$  est la portée du lepton tau,  
 $\lambda_p = 2,10308910336(64).10^{-16} \text{ m}$  est la portée du proton,  
 $r_e = \lambda_e \alpha = 2,8179403262(13).10^{-15} \text{ m}$  est le rayon classique de l'électron,  
 (« à 0 % près » signifie que les intervalles d'incertitude ne sont pas disjoints)

relation que nous renommons ici « **relation synthétique électron** » car nous allons montrer qu'il existe deux autres relations synthétiques semblables.

Troisième partie

**Pseudosphère physique,  
particule pseudosphérique et particule sphérique**

Par définition induite en [2], une « **pseudosphère physique** » est une pseudosphère tronquée (figure suivante) dont la « longueur  $2L$  » est physiquement limitée par l'existence du rayon  $R_{\text{infime}}$ , rayon des deux parallèles extrêmes très inférieur au rayon  $R$  de la pseudosphère physique, lui-même très inférieur à  $L$ . La relation entre  $R_{\text{infime}}$  et la « **demi-longueur  $L$**  » d'une pseudosphère physique de rayon  $R$  est (cf. annexe) :  $x = \text{Argch}(1/y) - (1-y^2)^{1/2}$  où  $x = L/R$  et  $y = R_{\text{infime}}/R$ . Et, parce que  $R \ll L$ ,  $x = \text{Ln}(2/y) - 1$  (cf. annexe) soit :

$$L = R [ \text{Ln}(2R/R_{\text{infime}}) - 1 ]$$

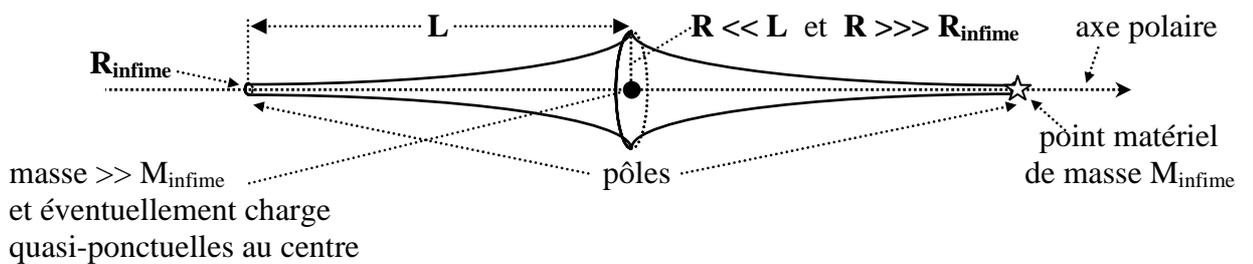
où  $R_{\text{infime}} \lll R \ll L$

(8)

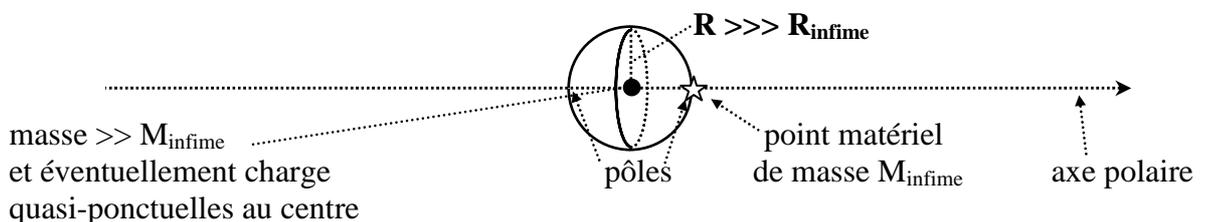
Parce que  $R_{\text{infime}} \lll R \ll L$ , le volume d'une pseudosphère physique de rayon  $R$  est égal au volume d'une pseudosphère mathématique de rayon  $R$ , à savoir  $(2/3)\pi R^3$ .

Nous appelons « **pôles** » d'une pseudosphère physique les centres des deux parallèles extrêmes de la pseudosphère physique, cercles de rayon  $R_{\text{infime}}$ .

Nous appelons « **particule pseudosphérique** » une particule qui a la forme d'une pseudosphère physique et dont la masse est quasi-punctuelle et très supérieure à  $M_{\text{infime}}$  et au centre de la particule, en sorte que le centre de masse d'une particule pseudosphérique est en son centre. Si la particule pseudosphérique est chargée alors sa charge est quasi-punctuelle et au centre de la particule. Une particule pseudosphérique possède un point matériel à l'un de ses pôles. Nous appelons « **axe polaire** » la droite passant par les pôles et conventionnellement orientée du pôle sans point matériel vers le pôle avec point matériel.



Nous appelons « **particule sphérique** » une particule qui a la forme d'une sphère de rayon très supérieur à  $R_{\text{infime}}$  et dont la masse est quasi-punctuelle et très supérieure à  $M_{\text{infime}}$  et au centre de la particule, en sorte que le centre de masse d'une particule sphérique est en son centre. Si la particule sphérique est chargée alors sa charge est quasi-punctuelle et au centre de la particule. Comme la particule pseudosphérique, la particule sphérique a deux pôles, diamétralement opposés, et un point matériel à l'un de ses pôles. Son « **axe polaire** » est la droite passant par les pôles et conventionnellement orientée du pôle sans point matériel vers le pôle avec point matériel.



Quatrième partie

**Division harmonique extrême**

Soit l'ensemble  $\{ x_1 ; x_2 ; x_3 ; x_4 \}$  de quatre nombres réels formant une division harmonique et tels que  $x_1 < x_2 < x_3 < x_4$ .

Nous appelons les nombres  $x_1$  et  $x_4$  « valeurs extrêmes » de la division harmonique, et les nombres  $x_2$  et  $x_3$  « valeurs intermédiaires » de la division harmonique.

Nous appelons « **division harmonique entière** » la division harmonique  $\{ x_1 ; x_2 ; x_3 ; x_4 \}$  où  $x_1, x_2, x_3, x_4$  sont des entiers relatifs.

Chez les entiers relatifs positifs (entiers naturels), la plus petite division harmonique entière, telle que  $x_1+x_2+x_3+x_4$  soit minimale, est

$$\{ 0 ; 2 ; 3 ; 6 \}$$

où 3 est la moyenne harmonique de 2 et 6. C'est aussi la moyenne arithmétique de 0 et 6 c'est-à-dire le barycentre de 0 et 6 de poids respectifs 1/2 et 1/2 :  $3 = (1/2)0+(1/2)6$ . Et 2 est le barycentre de 0 et 6 de poids respectifs 2/3 et 1/3 :  $2 = (2/3)0+(1/3)6$ . Cette division harmonique entière minimale se singularise aussi du fait que ses valeurs intermédiaires sont 2 et 3 qui forment le seul couple pseudosymétrique d'entiers (cf. annexe).

Chez les entiers relatifs négatifs, la plus grande division harmonique entière, telle que  $x_1+x_2+x_3+x_4$  soit maximale, est  $\{ -6 ; -3 ; -2 ; 0 \}$ .

Nous appelons « **division harmonique extrême** » toute division harmonique de la forme  $Q'\{ 0 ; 2 ; 3 ; 6 \}+Q''$  ou bien  $Q'\{ -6 ; -3 ; -2 ; 0 \}+Q''$  où  $Q'$  et  $Q''$  sont des rationnels.

En particulier,  $\{ -6 ; -3 ; -2 ; 0 \}+6 = \{ 0 ; 3 ; 4 ; 6 \}$  : 4 est la moyenne harmonique de 3 et 6.

Des exemples de divisions harmoniques non-extrémales sont  $\{0;12;15;20\}$  et  $\{0;1/5;1/4;1/3\}$ .

Un exemple géométrique de division harmonique extrême est, dans un triangle, la division harmonique formée par l'antiorthocentre (centre du cercle circonscrit), l'isobarycentre (centre de gravité), le centre du cercle d'Euler, et l'orthocentre. Le centre du cercle d'Euler est le milieu du segment antiorthocentre-orthocentre, comme 3 est le « milieu » de 0-6, et l'isobarycentre est au tiers de ce segment, comme 2 est au tiers de 0-6, ou 4 de 6-0.

Un exemple physique de division harmonique extrême est la division harmonique formée par les quatre extrémités des deux intervalles demi-circulaires orthogonaux composant l'intervalle universel, c'est-à-dire la division harmonique formée, via  $\eta(m)$ , par la masse de l'univers, la demi-masse de Planck, la moyenne géométrique des masses de l'électron et du proton, et la masse infime :

$$\{ \eta(M_{univers}) ; \eta(M_P/2) ; \eta((m_e m_p)^{1/2}) ; \eta(M_{infime}) \} = \{ -1 ; 0 ; 1/3 ; 1 \}$$

$$3.\{ -1 ; 0 ; 1/3 ; 1 \} - 3 = \{ -6 ; -3 ; -2 ; 0 \}$$

Nous allons maintenant montrer qu'il existe, dans l'intervalle universel, une autre division harmonique extrême physiquement remarquable intégrant aussi  $\eta((m_e m_p)^{1/2}) \approx 1/3$  (cf. (3)).

Cinquième partie

**Constantes physiques  $\langle 5 \rangle^\alpha$  et  $\delta_e$**

Comme nous l'exposons en [4],  $\sin(\pi\langle 5 \rangle^{\alpha/9}) \approx 1/3$  et  $\sin(\pi\langle 5 \rangle^{2\alpha/9}) \approx 3/5$  où  $\alpha/9 = C^{te}(q_e/3)^2$  et  $2\alpha/9 = C^{te}(q_e/3)(2q_e/3)$ , où  $q_e/3$  et  $2q_e/3$  sont des charges de quarks, et où  $1/3$  est le tractorial de  $3/5$  (cf. annexe). Ce qui attire l'attention en particulier sur la constante  $\langle 5 \rangle^\alpha = 0,356803005361(56)$  et, plus généralement, sur les constantes de formes  $\langle 5 \rangle^{\alpha X}$  et  $\pi\langle 5 \rangle^{\alpha X}$ .

On peut noter, par exemple, en lien avec la constante mathématique tractocirculaire  $\rho_{max}$  (cf. annexe), la quasi complémentarité :

$$2\text{Arcsin}(\rho_{max}) + \pi\langle 5 \rangle^{2\alpha} = \pi/2 \text{ à } 0,02 \text{ \% près}$$

$$2\text{Arcsin}(\rho_{max}) + \pi\langle 5 \rangle^{2x} = \pi/2 \Rightarrow x = 1/137,082\dots = \alpha \text{ à } 0,03 \text{ \% près}$$

en notant que  $\pi\langle 5 \rangle^{2\alpha} = 0,39995108591(13) \approx 2/5$  et que

$$\langle 5 \rangle^{2\alpha} = (M_{infime}/M_{univers})^\alpha$$

(cf. conclusion)

Et, en lien avec la masse de l'électron  $m_e$ , on peut aussi noter que :

- 

$$m_e = M_P\langle 3 \rangle/\pi\langle 5 \rangle^{4\alpha/9} \text{ à } 0 \text{ \% près}$$

$$M_P\langle 3 \rangle/\pi\langle 5 \rangle^{4\alpha/9} = 9,10940(10).10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_e = 9,109383632(55).10^{-31} \text{ kg}$$

avec, comme vu en [2],  $\rho_{min}+(4\alpha/9) = [(1/3)+(1/4)]/2$  à 0,001 % près,  
 $\rho_{max}-(\alpha/3) = [(1/2)+(3/5)]/2$  à 0,0003 % près,

où  $\rho_{min}$  et  $\rho_{max}$  sont les constantes mathématiques définies en annexe

et où  $(1/3 ; 1/4)^* = (1/2 ; 3/5)$  (cf. annexe),

avec  $4\alpha/9 = C^{te}(2q_e/3)^2$  et  $\alpha/3 = C^{te}(q_e)(q_e/3)$

où  $2q_e/3$  et  $q_e/3$  sont des charges de quarks

$$[(M_P/2)\langle 3 \rangle]/m_e = 0,993574(11) = 1/1,006468(11) \text{ (cf. (2))}$$

$$\pi\langle 5 \rangle^{4\alpha/9}/2 = 0,993571697924(70)$$

- 

$$m_n = m_p + m(\langle 5 \rangle^\alpha) + m_e \text{ à } 0,002 \text{ \% près}$$

$$\text{où } m(\langle 5 \rangle^\alpha) = 1,421581(16).10^{-30} \text{ kg} = 0,7974484(90) \text{ MeV}/c^2 > m_e$$

$$m_p+m(\langle 5 \rangle^\alpha)+m_e = 939,5805355(92) \text{ MeV}/c^2$$

$$m_n = 939,5654133(58) \text{ MeV}/c^2 = \text{masse du neutron}$$

- 

$$(\alpha^2/2).m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha+7\alpha\pi)) = m_e \text{ à } 0,003 \text{ \% près}$$

$$(\alpha^2/2).m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha+7\alpha\pi)) = 9,10915(10).10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_e = 9,109383632(55).10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_e^2 \approx [m_e\alpha^2/2].[m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha+7\alpha\pi))] \text{ où } (m_e\alpha^2/2)c^2 \text{ est l'énergie de Rydberg}$$

et où l'on voit une expression de la forme  $\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha \pm X\alpha\pi)$

Ce sont deux telles expressions que nous allons maintenant considérer :

$$\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha-(\alpha\pi/4)) \text{ et } \cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha)$$

Considérons d'abord  $1/3 = 25/75 \approx \eta((m_e m_p)^{1/2})$  et  $(3/5)^2 = 9/25 = 27/75 \approx \eta(m_e)$  (cf. (3) et (2))  
comme les valeurs intermédiaires d'une division harmonique extrême

$$\{ x_1 ; 25/75 ; 27/75 ; x_4 \}$$

en sorte que :

$$25/75 = (2/3)x_1 + (1/3)x_4 \quad \text{et} \quad 27/75 = (x_1 + x_4)/2$$

D'où :

$$x_1 = 21/75 = 0,28 \quad \text{et} \quad x_4 = 33/75 = 0,44$$

et

$$\{ 0,28 ; 0,33\dots ; 0,36 ; 0,44 \} = \{ 7/25 ; 1/3 ; 9/25 ; 11/25 \} = \\ = \{ 21/75 ; 25/75 ; 27/75 ; 33/75 \} = (2/75)\{ 0 ; 2 ; 3 ; 6 \} + (21/75)$$

Or, de même que  $1/3$  et  $9/25$ ,  $7/25$  et  $11/25$  sont physiquement remarquables car :

- concernant  $7/25 = 0,28$  nous avons (cf. aussi [4])

$$\eta((m_p m_n)^{1/2} / \sin(\alpha\pi)) = 0,279999052(80) = 0,28 \text{ à } 0,0007 \% \text{ près}$$

$$\eta((m_p m_n)^{1/2} / \tan(\alpha\pi)) = 0,280000913(80) = 0,28 \text{ à } 0,0007 \% \text{ près}$$

où  $\alpha = 1/137,035999084(21)$  est la constante de structure fine

$m_p = 1,672621923690(51) \cdot 10^{-27}$  kg est la masse du proton

$m_n = 1,674927485(10) \cdot 10^{-27}$  kg est la masse du neutron

$(m_p m_n)^{1/2} = 1,6737743075(54) \cdot 10^{-27}$  kg leur moyenne géométrique

$$\eta((m_p m_n)^{1/2} / \sin(\alpha\pi)) \approx 0,28 \approx \eta((m_p m_n)^{1/2} / \tan(\alpha\pi))$$

- concernant  $11/25 = 0,44$  nous avons

$$\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha - (\alpha\pi/4)) = 11/25 = 0,44 \text{ à } 0,0002 \% \text{ près} \tag{9}$$

$$\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha - (\alpha\pi/4)) = 0,43999935370(16)$$

$$\cos(\pi\langle 5 \rangle^x - (x\pi/4)) = 0,44 \Rightarrow x = 1/137,03591\dots = \alpha \text{ à } 0,00007 \% \text{ près}$$

$$\alpha = 1/137,035999084(21)$$

Dans ces deux cas, la constante physique  $\alpha\pi$  est présente. Cette constante physique  $\alpha\pi$  est aussi une constante mathématique tractocirculaire (cf. annexe). Elle est très inférieure à  $\pi\langle 5 \rangle^\alpha$  :

$$\alpha\pi = 0,0229253092223(35) \ll$$

$$\pi\langle 5 \rangle^\alpha = 1,12092970042(18)$$

Comparons alors la masse

$$m(11/25) = 1,122061(13) \cdot 10^{-35} \text{ kg}$$

≈

$$m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha - (\alpha\pi/4))) = 1,122163(13) \cdot 10^{-35} \text{ kg}$$

à la masse

$$m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha)) = 2,323611(26) \cdot 10^{-35} \text{ kg}$$

où

$$\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha) = 0,43484543435(16)$$

Nous trouvons :

$$\boxed{[m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha)] / [m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha - (\alpha\pi/4)))] = \tan(\pi\langle 5 \rangle^\alpha) \text{ à } 0,01 \text{ \% près}} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} [m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha)] / [m(\cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha - (\alpha\pi/4)))] &= 2,070654(46) \\ \tan(\pi\langle 5 \rangle^\alpha) &= 2,07086250916(94) \end{aligned}$$

Et, comme  $11/25 = (6^2 - 5^2)/5^2 = (6/5)^2 - 1$ , de (1), (9) et (10) découle :

$$1 + \cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha) = \log_{(5)}(\langle 6 \rangle \tan(\pi\langle 5 \rangle^\alpha)) \text{ à } 0,000005 \text{ \% près}$$

$$\boxed{1 + \cos(\pi\langle 5 \rangle^x) = \log_{(5)}(\langle 6 \rangle \tan(\pi\langle 5 \rangle^x)) \Rightarrow x = 1/137,036008... = \alpha \text{ à } 0,000007 \text{ \% près}}$$

(cf. conclusion de [4])

Ces remarques indiquent la grande importance physique de la constante  $\pi\langle 5 \rangle^\alpha$ . Cette importance est renforcée par les deux relations synthétiques suivantes qui impliquent la constante physique «  $\delta_e$  » qui est par *définition* :

$$\boxed{\delta_e = 2r_e \cos(\pi\langle 5 \rangle^\alpha) = 2,4507369702(20) \cdot 10^{-15} \text{ m}}$$

où  $r_e = \alpha\lambda_e = 2,8179403262(13) \cdot 10^{-15} \text{ m}$  est le rayon classique de l'électron

#### Notes en passant

Les deux relations synthétiques suivantes impliquent aussi  $2\lambda_{\pi^0}$  et  $2\lambda_{\pi^\pm}$  où  $\lambda_{\pi^0}$  et  $\lambda_{\pi^\pm}$  sont les portées des bosons  $\pi^0$  et  $\pi^\pm$ , les deux portées de l'interaction forte. Et, à propos de  $2\lambda_{\pi^\pm}$ , on peut noter que

$$L(\pi^4 2\lambda_{\pi^\pm}) = a_\infty \text{ à } 0,007 \text{ \% près}$$

où  $L(\pi^4 2\lambda_{\pi^\pm})$  est la demi-longueur d'une pseudosphère physique (cf. troisième partie) de rayon  $\pi^4 2\lambda_{\pi^\pm} = 2,7543741(17) \cdot 10^{-13} \text{ m}$  et où  $a_\infty$  est le rayon atomique (rayon de Bohr) :

$$\begin{aligned} L(\pi^4 2\lambda_{\pi^\pm}) &= 5,2913864(35) \cdot 10^{-11} \text{ m} \\ a_\infty = \lambda_e / \alpha &= 5,29177210903(80) \cdot 10^{-11} \text{ m}. \end{aligned}$$

On peut noter aussi que  $2\lambda_{\pi^\pm} \approx r_e + 4\lambda_w$  où  $\lambda_w$  est la portée du boson W. Concernant la masse du boson W, la valeur mesurée ces dernières décennies est  $M_{Winf} = 80,379(12) \text{ GeV}/c^2$  (pdg.lbl.gov/2021) et la valeur mesurée aujourd'hui en 2022 est  $M_{Wsup} = 80,443 \text{ GeV}/c^2$ . Considérons alors que l'intervalle universel — où *les grandeurs de Planck sont des moyennes* et où  $m(1/3) = (M_{univers})^{1/3} (M_{infime})^{2/3} \approx (m_e m_p)^{1/2}$  — et tout [2] (cf. conclusion) montrent qu'il est très important de considérer des moyennes, notamment des triplets : une moyenne et deux extrêmes non nécessairement de même poids. Ainsi :

$$(m_e)^{1/3} (M_{Wmoy}/2)^{2/3} = m_p \Rightarrow M_{Wmoy} = 2(m_p^3/m_e)^{1/2} = 80,410578650(49) \text{ GeV}/c^2 \approx m_w$$

$$\text{Or : } M_{Wmoy}^2 / M_{Winf} = 80,442(12) \text{ GeV}/c^2 = M_{Wsup} \Leftrightarrow (M_{Winf} \cdot M_{Wsup})^{1/2} = M_{Wmoy}$$

$$\text{Avec } m_w = M_{Wmoy} \Leftrightarrow (m_e)^{1/3} (m_w/2)^{2/3} = m_p \Leftrightarrow \lambda_e^{1/3} (2\lambda_w)^{2/3} = \lambda_p \Rightarrow \lambda_w = 2,4539927926(15) \cdot 10^{-18} \text{ m} :$$

$$\boxed{2\lambda_{\pi^\pm} = r_e + 4\lambda_w \text{ à } 0,004 \text{ \% près}}$$

$$\begin{aligned} 2\lambda_{\pi^\pm} &= 2,8276356(17) \cdot 10^{-15} \text{ m} \\ r_e + 4\lambda_w &= 2,8277562974(13) \cdot 10^{-15} \text{ m} \end{aligned}$$

Une interprétation est que la masse du boson W peut prendre plusieurs valeurs autour de  $2(m_p^3/m_e)^{1/2}$ .

Sixième partie

**Relations synthétiques proton**

Soit, par définitions, les longueurs :

$$\mathbf{R}_u = 2\lambda \text{ où } \lambda \in \{ \lambda_{\pi^0}; \lambda_{\pi} \} \quad \mathbf{R}_d = N^{1/2}\delta_e \text{ où } N \in \{ 4; 5 \}$$

où  $\lambda_{\pi^0} = 1,4619326(54).10^{-15}$  m est la portée du boson neutre  $\pi^0$  de masse  $m_{\pi^0} = 134,9768(5)$  Mev/c<sup>2</sup> = 2,4061800(89).10<sup>-28</sup> kg, et où  $\lambda_{\pi} = 1,4138169(17).10^{-15}$  m est la portée du boson chargé  $\pi^{\pm}$  de masse  $m_{\pi} = 139,57039(17)$  Mev/c<sup>2</sup> = 2,4880682(30).10<sup>-28</sup> kg, et où

$$\delta_e = 2r_e \cos(\pi(5)^\alpha) = 2,4507369702(20).10^{-15} \text{ m}$$

où  $r_e = \alpha\lambda_e = 2,8179403262(13).10^{-15}$  m est le rayon classique de l'électron

Et soit l'équation

$$a_{\infty} m_p [ \Gamma( \omega_a ; \mathbf{R}_u ) + \Gamma( \omega_a ; \mathbf{R}_d ) ] = E_{\text{infime}} \quad (11)$$

où  $m_p$  est la masse du proton et où  $a_{\infty}$  et  $\omega_a$  sont le rayon et la vitesse angulaire atomiques,  $\omega_a = \alpha^2 c / \lambda_e = \alpha^2 m_e c^2 / \hbar$  et  $a_{\infty} \omega_a = \alpha c$  d'où :

$$\Gamma( \omega_a ; \mathbf{R} ) = \alpha^2 G m_e / R^2 \quad a_{\infty} m_p \Gamma( \omega_a ; \mathbf{R} ) = \alpha m_p c^2 (L_p / R)^2$$

Alors :

$$N = 4 \Rightarrow \lambda = 1,463234(33).10^{-15} \text{ m} = \lambda_{\pi^0} \text{ à } 0,09 \text{ \% près}$$

$$N = 5 \Rightarrow \lambda = 1,413706(30).10^{-15} \text{ m} = \lambda_{\pi} \text{ à } 0,008 \text{ \% près}$$

$$a_{\infty} m_p [ \Gamma( \omega_a ; 2\lambda_{\pi^0} ) + \Gamma( \omega_a ; 4^{1/2}\delta_e ) ] = 4,54485(13).10^{-53} \text{ J}$$

$$E_{\text{infime}} = 4,538892(51).10^{-53} \text{ J}$$

$$a_{\infty} m_p [ \Gamma( \omega_a ; 2\lambda_{\pi} ) + \Gamma( \omega_a ; 5^{1/2}\delta_e ) ] = 4,53833(11).10^{-53} \text{ J}$$

$$a_{\infty} m_p [ \Gamma( \omega_a ; 2\lambda_{\pi^0} ) + \Gamma( \omega_a ; 4^{1/2}\delta_e ) ] = E_{\text{infime}} \text{ à } 0,1 \text{ \% près} \quad (12-1)$$

$$a_{\infty} m_p [ \Gamma( \omega_a ; 2\lambda_{\pi} ) + \Gamma( \omega_a ; 5^{1/2}\delta_e ) ] = E_{\text{infime}} \text{ à } 0,01 \text{ \% près} \quad (12-2)$$

relations semblables à la relation synthétique électron (7) mais où c'est notamment la masse  $m_p$  du proton qui intervient. Nous appelons « **relations synthétiques proton** » ces relations (12).

Nous allons considérer les deux cas :

- le cas 1 où l'on a (12-1), en notant :

$$\ll \mathbf{R}_{u1} = 2\lambda_{\pi^0} \gg = 2,923865(11).10^{-15} \text{ m}$$

$$\ll \mathbf{R}_{d1} = 4^{1/2}\delta_e \gg = 4,9014739405(41).10^{-15} \text{ m}$$

- le cas 2 où l'on a (12-2), en notant :

$$\ll \mathbf{R}_{u2} = 2\lambda_{\pi} \gg = 2,8276339(34).10^{-15} \text{ m}$$

$$\ll \mathbf{R}_{d2} = 5^{1/2}\delta_e \gg = 5,4800144604(45).10^{-15} \text{ m}$$

Nous convenons d'omettre les indices 1 et 2 quand ils ne sont pas nécessaires.

Selon cette convention d'écriture, les deux relations (12) s'écrivent comme l'équation (11).

Septième partie

**Simple quark, double quark,  
modèle quasi-classique de proton**

**VII-1 Simple quark et double quark**

Comme nous le faisons en [3] avec (7), notre première interprétation de ces deux relations synthétiques (12) est que :

**Ces relations (12) sont propres au proton**  
et  
**le proton est (ou a été ?) l'effet de l'interaction de deux particules**

Or le proton est composé de trois quarks.

Toutefois, deux de ces quarks sont identiques, le proton étant composé de deux quarks u et d'un quark d.

D'où notre deuxième interprétation :

Le proton est l'effet de l'interaction de deux particules que nous appelons :

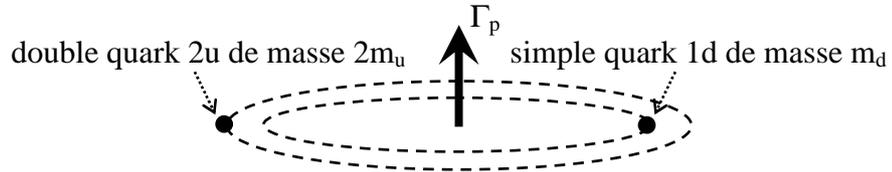
- « **double quark 2u** », de masse  $2m_u$  et de charge  $2[(2/3)q_e] = +(4/3)q_e$ ,  
où  $m_u \approx 2,16 \text{ MeV}/c^2$  et  $(2/3)q_e$  sont la masse et la charge du quark u,
- « **simple quark 1d** », de masse  $m_d$  et de charge  $-(1/3)q_e$ ,  
où  $m_d \approx 4,67 \text{ MeV}/c^2$  et  $-(1/3)q_e$  sont la masse et la charge du quark d,

chacune de ces deux particules contenant un point matériel en sorte qu'existe les relations synthétiques (12).

Nous allons maintenant préciser cette interprétation avec le modèle suivant à l'image du modèle d'électron induit en [3] et en rappelant qu'un modèle est une interprétation qui montre non pas que les choses sont telles que le modèle les représente mais que tout peut se passer comme si les choses étaient telles que le modèle les représente.

**VII-2** Modèle quasi-classique de proton

Pour préciser notre ci-avant interprétation, concevons d'abord un modèle de proton où double quark 2u et simple quark 1d sont ponctuels et en rotations circulaires uniformes coplanaires autour de leur centre de masse commun, que nous appelons « **centre du proton** » et où se situe le champ d'accélération quanta-gravitationnelle  $\Gamma_p$  associé aux mouvements circulaires uniformes de chacun des deux points matériels appartenant l'un à ce double quark 2u et l'autre à ce simple quark 1d :



Selon (12), **la vitesse angulaire est égale à  $\omega_a$**  et les deux points matériels sont en rotations circulaires uniformes de rayons  $R_u$  et  $R_d$  :

- dans le cas 1       $R_u = R_{u1} = 2\lambda_{\pi^0} \approx 2,9 \cdot 10^{-15} \text{ m}$  et  $R_d = R_{d1} = 4^{1/2}\delta_e \approx 4,9 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
- dans le cas 2       $R_u = R_{u2} = 2\lambda_{\pi^0} \approx 2,8 \cdot 10^{-15} \text{ m}$  et  $R_d = R_{d2} = 5^{1/2}\delta_e \approx 5,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Les conditions sont classiques, notamment les vitesses sont très inférieures à  $c$ , de l'ordre de 10 m/s car  $\omega_a$  est de l'ordre de  $10^{16} \text{ s}^{-1}$  et les rayons sont de l'ordre de  $10^{-15} \text{ m} \gg L_p$ .

Et, comme nous le faisons en [3] et [5],

**nous appliquons la double approximation classique** (cf. conclusion et [1])

$$(b ; c) = (0 ; \infty)$$

**aux conditions mais non à l'accélération quanta-gravitationnelle**

$$\Gamma = b\omega(c/R)^2 = (\hbar G/c^2)\omega/R^2.$$

Comme le modèle d'électron en [3], le présent modèle de proton est dans un cadre classique mais où l'accélération quanta-gravitationnelle — bien que « doublement non-classique » :  $\hbar G \rightarrow 0 \Rightarrow \Gamma \rightarrow 0$  et  $c \rightarrow \infty \Rightarrow \Gamma \rightarrow 0$  — n'est pas négligée.

En bref, comme le modèle d'électron en [3],

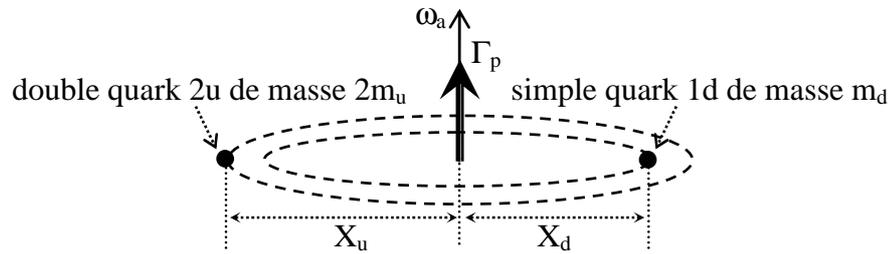
**le présent modèle de proton est un modèle que nous qualifions de**

**« QUASI-CLASSIQUE » c'est-à-dire « CLASSIQUE AVEC CONCEPTS UNITAIRES »**

[ ici  $\Gamma$  et  $R_{\text{infime}}$  (cf. ci-après l'introduction du quark pseudosphérique) ].

Nous allons montrer que ce modèle prototype, bien que quasi-classique et surtout géométrique, permet en particulier de trouver de notables relations entre les constantes physiques.

Considérons que  $2m_u \approx m_d$ ,  $2m_u/m_d \approx 0,9$ , et qu'en conséquence, par propriété du centre de masse, le « **rayon  $X_u$**  » du mouvement circulaire uniforme du double quark  $2u$  de masse  $2m_u$  n'est guère plus grand que le « **rayon  $X_d$**  » du mouvement circulaire uniforme du simple quark  $1d$  de masse  $m_d$ ,  $X_d/X_u = 2m_u/m_d$  :



**MAIS, SELON (12),  $R_u/R_d \approx 0,6$**

**CE QUI EST NETTEMENT INFÉRIEUR À  $X_d/X_u = 2m_u/m_d \approx 0,9$**

Ce qui peut signifier qu'au moins l'un des points matériels est « loin » du centre de masse du quark auquel il appartient, ce qui peut suggérer qu'au moins l'un des deux quarks est une particule pseudosphérique dont le point matériel, à l'un de ses pôles, est « loin » de son centre de masse (cf. troisième partie).

D'où notre *interprétation* précisée de la façon suivante.

Le proton est l'interaction :

- **d'un double quark  $2u$  qui est une particule sphérique de « rayon  $r_u$  »  $\ll R_u$ , de masse quasi-ponctuelle égale à  $2m_u \gg \gg M_{\text{infime}}$  (masse de son point matériel : cf. deuxième et troisième parties) et de charge quasi-ponctuelle égale à  $+(4/3)q_e$  ;**
- **d'un simple quark  $1d$  qui est une particule pseudosphérique de « rayon  $r_d$  »  $\ll R_d$  et de « demi-longueur  $L_d$  »  $\gg r_d$ , de masse quasi-ponctuelle égale à  $m_d \gg \gg M_{\text{infime}}$  et de charge quasi-ponctuelle égale à  $-(1/3)q_e$  ;**

Les masses quasi-ponctuelles  $2m_u$  et  $m_d$  (aux centres et centres de masse et charge) de ces deux quarks sont en mouvements circulaires uniformes coplanaires autour de leur centre de masse commun, centre du proton, mouvements de rayons respectivement  $X_u$  et  $X_d$ .

Ce double quark  $2u$  sphérique et ce simple quark  $1d$  pseudosphérique **IDENTIFIENT LEURS AXES POLAIRES** ce qui a pour effet d'une part de mettre leurs points matériels en mouvements circulaires uniformes (dans le même plan que les mouvements de leurs centres de masse) d'autre part de placer le point matériel du double quark  $2u$  à la distance  $R_u$  du centre du proton et le point matériel du simple quark  $1d$  à la distance  $R_d$  du centre du proton, en sorte que :

$$X_u = R_u + r_u \quad X_d = R_d - L_d$$

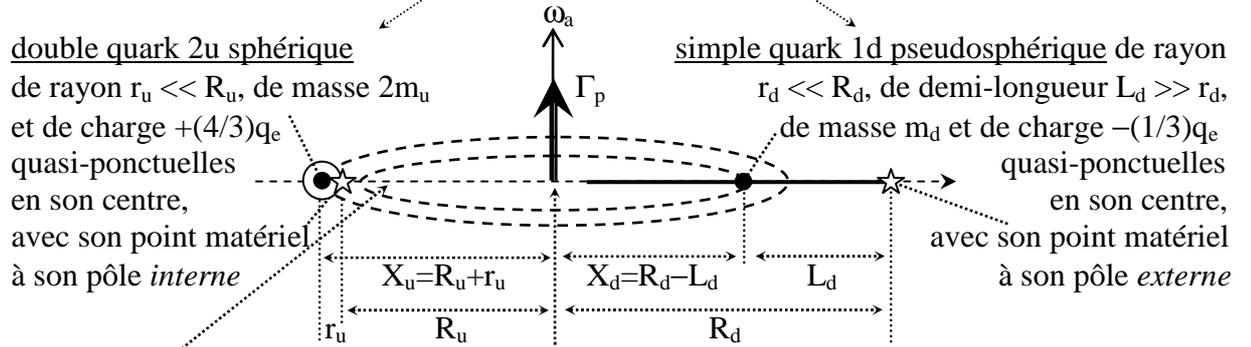
En résumé

Notre interprétation des deux relations synthétiques (12)

$$a_{\infty} m_p [ \Gamma( \omega_a ; R_u ) + \Gamma( \omega_a ; R_d ) ] \approx E_{\text{infime}}$$

est le modèle suivant où

le proton est l'interaction des  
deux particules



axes polaires confondus passant par le centre du proton, là où est  $\Gamma_p$  telle que :

- dans le cas 1

$$\begin{aligned} \Gamma_p &= \Gamma_{p1} = \Gamma( \omega_a ; 2\lambda_{\pi^0} ) + \Gamma( \omega_a ; 4^{1/2}\delta_e ) = \\ &= \alpha^2 G m_e [ (1/2\lambda_{\pi^0})^2 + (1/4^{1/2}\delta_e)^2 ] = 5,13477(14) \cdot 10^{-16} \text{ m/s}^2 \\ &\approx E_{\text{infime}}/a_{\infty} m_p = 5,128034(58) \cdot 10^{-16} \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

- dans le cas 2

$$\begin{aligned} \Gamma_p &= \Gamma_{p2} = \Gamma( \omega_a ; 2\lambda_{\pi} ) + \Gamma( \omega_a ; 5^{1/2}\delta_e ) = \\ &= \alpha^2 G m_e [ (1/2\lambda_{\pi})^2 + (1/5^{1/2}\delta_e)^2 ] = 5,12740(13) \cdot 10^{-16} \text{ m/s}^2 \\ &\approx E_{\text{infime}}/a_{\infty} m_p = 5,128034(58) \cdot 10^{-16} \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

qui est l'accélération quanto-gravitationnelle associée aux mouvements circulaires uniformes des deux points matériels transportés par ces deux quarks, mouvements de rayons  $R_u$  et  $R_d$  où

- dans le cas 1

$$R_u = R_{u1} = 2\lambda_{\pi^0} = 2,923865(11) \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad R_d = R_{d1} = 4^{1/2}\delta_e = 4,9014739405(41) \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

- dans le cas 2

$$R_u = R_{u2} = 2\lambda_{\pi} = 2,8276339(34) \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad R_d = R_{d2} = 5^{1/2}\delta_e = 5,4800144604(45) \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

Les rayons  $X_u$  et  $X_d$  des mouvements circulaires uniformes des masses et charges quasi-punctuelles (aux centres et centres de masse et charge) des deux quarks étant :

$$X_u = R_u + r_u \quad X_d = R_d - L_d \quad (13)$$

Dans ces conditions, par propriété du centre de masse, :

$$2m_u/m_d = X_d/X_u = (R_d-L_d)/(R_u+r_u) \quad (14)$$

Or cette équation (14) a quatre inconnues :  $r_u$ ,  $L_d$ ,  $m_u$ ,  $m_d$ , car les incertitudes des masses des quarks u et d sont, aujourd'hui, beaucoup plus grandes que les incertitudes des autres données :

$$m_u = 2,16 (+0,49 ; -0,26) \text{ MeV}/c^2 \quad m_d = 4,67 (+0,48 ; -0,17) \text{ MeV}/c^2 \quad (15)$$

$$m_u/m_d = 0,47 (+0,06 ; -0,07) \quad (16)$$

Pour résoudre cette équation (14), on peut d'abord regarder où peuvent éventuellement se situer les masses  $m_u$  et  $m_d$  dans l'intervalle universel.

On peut alors remarquer que :

$$\begin{aligned} m((1/3)+(3/2)^2\alpha) &= 3,847784(43) \cdot 10^{-30} \text{ kg} = 2,158448(24) \text{ MeV}/c^2 = m_u \text{ à } 0 \% \text{ près} \\ m((1/3)+(3/2)\alpha) &= 8,334687(94) \cdot 10^{-30} \text{ kg} = 4,675416(53) \text{ MeV}/c^2 = m_d \text{ à } 0 \% \text{ près} \end{aligned} \quad (17)$$

où ces valeurs sont les *valeurs moyennes des données* (15) — et où  $1/3 \approx \eta((m_e m_p)^{1/2})$  (cf. (3)).

Avec ces valeurs (17) pour  $m_u$  et  $m_d$ , compte tenu de la définition (1) de  $m(\eta)$ , :

$$m_u/m_d = \langle 5 \rangle^{3\alpha/4} = 0,461659075829(55) \quad (18)$$

ce qui est la *valeur moyenne de la donnée* (16).

Et, en supposant que les valeurs de  $m_u$  et  $m_d$  sont identiques dans le cas 1 et dans le cas 2, cette expression (18) de  $m_u/m_d$  fait de l'équation (14) l'équation (19) suivante aux deux inconnues  $r_u$  et  $L_d$  :

$$2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4} = (R_d-L_d) / (R_u+r_u) \quad (19)$$

Reste à trouver une deuxième équation.

Pour cela, considérons que le double quark  $2u$  a d'une part pour charge  $(4/3)q_e$  et d'autre part, *parce qu'il est sphérique*, pour volume  $(4/3)\pi r_u^3$ .

Et postulons que :

**Il existe une correspondance entre la charge électrique élémentaire  $q_e$  et le volume  $\pi r_u^3$  :**

$$q_e \leftrightarrow \pi r_u^3 \quad (20)$$

En considérant ce postulat comme valide dans les deux cas 1 et 2.

Selon ce postulat, on doit avoir  $(1/3)q_e \leftrightarrow (1/3)\pi r_u^3$  où  $(1/3)q_e$  est la charge absolue du simple quark 1d. Or, *parce qu'il est pseudosphérique*, ce simple quark 1d de rayon  $r_d$  a pour volume  $(2/3)\pi r_d^3$  (cf. troisième partie) ce qui conduit à considérer que  $(2/3)\pi r_d^3 = (1/3)\pi r_u^3 \Leftrightarrow 2r_d^3 = r_u^3$  soit :

$$r_d/r_u = (1/2)^{(1/3)} \Leftrightarrow r_u = 2^{1/3} r_d \quad (21)$$

Quant à  $L_d$ , elle est fonction de  $r_d$  selon (8) (cf. troisième partie) :

$$L_d = r_d [ \text{Ln}(2r_d/R_{\text{infime}}) - 1 ] \quad (22)$$

Ces deux dernières relations (21) et (22) font de (19) une équation en  $r_d$  dont la solution est

- dans le cas 1 où  $R_u = 2\lambda_{\pi^0}$  et  $R_d = 4^{1/2}\delta_e$   
 $r_d = r_{d1} = 1,2016551(56).10^{-17} \text{ m}$
- dans le cas 2 où  $R_u = 2\lambda_{\tau}$  et  $R_d = 5^{1/2}\delta_e$   
 $r_d = r_{d2} = 1,5636417(18).10^{-17} \text{ m}$

D'où, selon (21), :

$$r_{u1} = 2^{1/3} r_{d1} = 1,5139906(70).10^{-17} \text{ m}$$

$$r_{u2} = 2^{1/3} r_{d2} = 1,9700651(23).10^{-17} \text{ m}$$

avec, selon (13), :

$$X_{u1} = 2\lambda_{\pi^0} + r_{u1} = 2,939005(11).10^{-15} \text{ m}$$

$$X_{u2} = 2\lambda_{\tau} + r_{u2} = 2,8473345(35).10^{-15} \text{ m}$$

Et, selon (22), :

$$L_{d1} = r_{d1} [ \text{Ln}(2r_{d1}/R_{\text{infime}}) - 1 ] = 2,187837(10).10^{-15} \text{ m}$$

$$L_{d2} = r_{d2} [ \text{Ln}(2r_{d2}/R_{\text{infime}}) - 1 ] = 2,8510188(35).10^{-15} \text{ m}$$

On peut alors voir que :

- dans le cas 1 la longueur  $2L_{d1}$  du simple quark 1d pseudosphérique est telle que

$$2L_{d1} + 5(\lambda_p/2) = R_{d1} = 4^{1/2}\delta_e \text{ à } 0,0006 \% \text{ près}$$

où  $\lambda_p = 2,10308910336(64).10^{-16} \text{ m}$  est la portée du proton

$$2L_{d1} + 5(\lambda_p/2) = 4,901447(21).10^{-15} \text{ m}$$

$$4^{1/2}\delta_e = 4,9014739405(41).10^{-15} \text{ m}$$

- dans le cas 2 la longueur  $2L_{d2}$  du simple quark 1d pseudosphérique est telle que

$$2L_{d2} - 2\lambda_{\tau} = R_{d2} = 5^{1/2}\delta_e \text{ à } 0,002 \% \text{ près}$$

où  $\lambda_{\tau} = 1,110538(75).10^{-16} \text{ m}$  est la portée du lepton tau

$$2L_{d2} - 2\lambda_{\tau} = 5,479930(22).10^{-15} \text{ m}$$

$$5^{1/2}\delta_e = 5,4800144604(45).10^{-15} \text{ m}$$

On a donc (cf. aussi (13)) :

- dans le cas 1

$$X_{d1} = R_{d1} - L_{d1} = 2,713637(10) \cdot 10^{-15} \text{ m} = L_{d1} + 5(\lambda_p/2) > L_{d1}$$

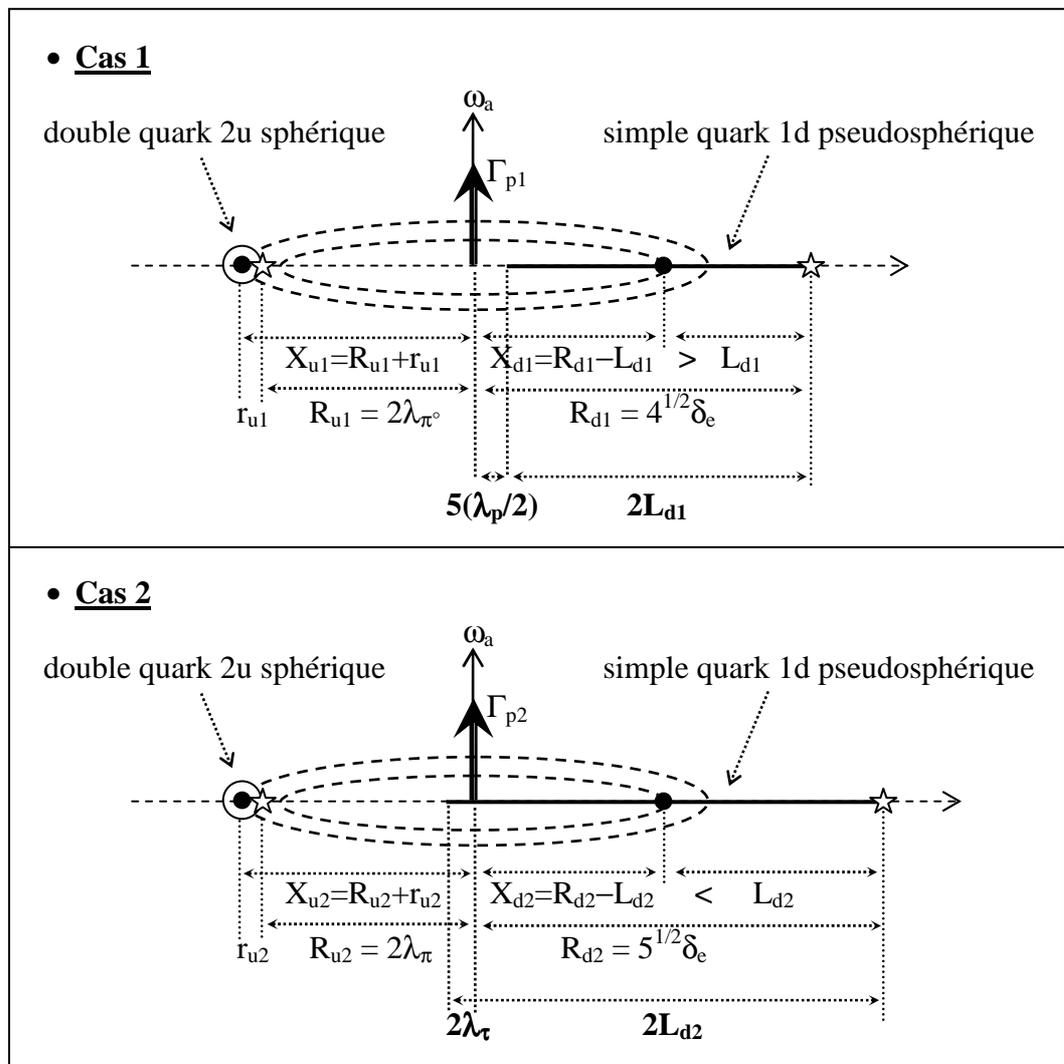
- dans le cas 2

$$X_{d2} = R_{d2} - L_{d2} = 2,6289956(32) \cdot 10^{-15} \text{ m} = L_{d2} - 2\lambda_\tau < L_{d2}$$

Ce qui montre une importante différence entre le cas 1 et le cas 2 :

- dans le cas 1, le simple quark 1d pseudosphérique n'est pas en contact avec l'accélération quanto-gravitationnelle qui est au centre du proton ;
- dans le cas 2, le simple quark 1d pseudosphérique est en contact avec l'accélération quanto-gravitationnelle qui est au centre du proton.

Schématiquement résumé



Le rayon du mouvement circulaire uniforme du pôle sans point matériel du simple quark 1d pseudosphérique est donc égal à :

$5(\lambda_p/2) = 5,2577227584(16) \cdot 10^{-16} \text{ m}$  dans le cas 1 ;  $2\lambda_\tau = 2,221075(15) \cdot 10^{-16} \text{ m}$  dans le cas 2

Or il existe entre  $\lambda_p/2$  et  $2\lambda_\tau$  la relation suivante :

$$(\lambda_p/2) / (2\lambda_\tau) = \cos((\pi/3)+2\beta\pi) \text{ à } 0 \text{ \% près}$$

où  $\beta$  est le rapport des masses de l'électron et du muon :

$$\beta = m_e/m_\mu = 1/206,7682826(60)$$

(c'est aussi, comme  $\alpha$ , une constante mathématique tractocirculaire : cf. annexe)

Autrement vu :

$$m_\tau = m_p \cdot 4\cos((\pi/3)+2\beta\pi) \text{ à } 0 \text{ \% près} \quad (23)$$

$$m_p \cdot 4\cos((\pi/3)+2\beta\pi) = 1776,9252410(35) \text{ MeV}/c^2$$

$$m_\tau = 1776,86(12) \text{ MeV}/c^2$$

On a donc notamment la relation suivante entre les cas 1 et 2 :

$$5(\lambda_p/2) / 2\lambda_\tau = 5\cos((\pi/3)+2\beta\pi) = 2,3672840526(39)$$

Ces considérations et le fait que  $r_{d2} > r_{d1} \Leftrightarrow L_{d2} > L_{d1} \Leftrightarrow r_{u2} > r_{u1}$  indiquent que les quarks sont nettement plus grands dans le cas 2 que dans le cas 1.

C'est ce que nous allons maintenant préciser.

#### Notes en passant

On peut noter ici que, à l'instar de (23), :

$$m_{top} = m_z \cdot 4\cos((\pi/3)+2\beta\pi) \text{ à } 0 \text{ \% près}$$

où  $m_z = 91,1876(21) \text{ GeV}/c^2$  est la masse du boson neutre Z,  
un vecteur de l'interaction faible

et où  $m_{top} = 172,76(30) \text{ GeV}/c^2$  est la masse du quark top

$$m_z \cdot 4\cos((\pi/3)+2\beta\pi) = 172,6936(40) \text{ GeV}/c^2$$

On a donc :

$$m_{top} = m_\tau m_z / m_p \Leftrightarrow (m_\tau m_z)^{1/2} = (m_p m_{top})^{1/2}$$

Et on peut remarquer que

$$\alpha(m_\tau m_z)^{1/2} = 1,655880(75) \cdot 10^{-28} \text{ kg} = 92,8880(42) \text{ MeV}/c^2$$

ce qui est la valeur de la masse du quark s :  $m_s = 93 (+11 ; -5) \text{ MeV}/c^2$ .

Autrement vu :

$$\alpha\lambda_s = (\lambda_\tau \lambda_z)^{1/2} = (\lambda_p \lambda_{top})^{1/2} \text{ à } 0 \text{ \% près}$$

— — —

Considérons que le présent modèle de proton est d'une part quasi-classique et d'autre part notamment composé des deux masses quasi-ponctuelles  $2m_u$  et  $m_d$ . Ce qui peut suggérer que la notion classique de « masse réduite » a un sens pour ce modèle.

La masse réduite est une demi-moyenne harmonique (rapport d'un produit sur une somme). Et la demi-moyenne harmonique de  $2m_u$  et  $m_d$  est

$$(2m_u)m_d/(2m_u+m_d) = \{(M_p/2)\langle 5 \rangle^{(1/3)}\} \{[(2\langle 5 \rangle^{(9/4)\alpha}) \cdot (\langle 5 \rangle^{(3/2)\alpha})] / [(2\langle 5 \rangle^{(9/4)\alpha}) + (\langle 5 \rangle^{(3/2)\alpha})]\} =$$

$$= 4,001193(45) \cdot 10^{-30} \text{ kg} = 2,244505(25) \text{ MeV}/c^2$$

dont la portée «  $\lambda_{ud}$  » est égale à :  $\lambda_{ud} = 8,79156(10) \cdot 10^{-14} \text{ m}$ .

Or :

$$\lambda_{ud} / \lambda_p \cos(\pi \langle 5 \rangle^\alpha) = \pi^6 \text{ à } 0,006 \% \text{ près}$$

où  $\lambda_p = 2,10308910336(64) \cdot 10^{-16} \text{ m}$  = portée du proton

et où  $\lambda_p \cos(\pi \langle 5 \rangle^\alpha) = 9,1451869462(61) \cdot 10^{-17} \text{ m}$  est de forme identique à  $\delta_e = 2\alpha \lambda_e \cos(\pi \langle 5 \rangle^\alpha)$

$$\lambda_{ud} / \lambda_p \cos(\pi \langle 5 \rangle^\alpha) = 961,332(11)$$

$$\pi^6 = 961,389\dots$$

Ce qui peut suggérer que d'autres puissances entières de  $\pi$  sont associées à ce modèle.

Or tel est ce que l'on peut voir avec le rapport de la portée et du rayon du double quark  $2u$  :

$$\lambda(2m_u)/r_u \text{ où } \lambda(2m_u) = 4,571038(51) \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

- Dans le cas 1 où  $r_u = r_{u1} = 1,5139906(70) \cdot 10^{-17} \text{ m}$  :

$$\lambda(2m_u)/r_{u1} = \pi^7 \text{ à } 0,04 \% \text{ près}$$

$$\lambda(2m_u)/r_{u1} = 3019,198(48)$$

$$\pi^7 = 3020,293\dots$$

{ cf. le  $\pi^7$  en (4), (5), (6) }

- Dans le cas 2 où  $r_u = r_{u2} = 1,9700651(23) \cdot 10^{-17} \text{ m}$  :

$$\lambda(2m_u)/r_{u2} = \pi^6(2^{1/2}+1) \text{ à } 0,03 \% \text{ près}$$

$$\lambda(2m_u)/r_{u2} = 2320,247(29)$$

$$\pi^6(2^{1/2}+1) = 2320,998\dots$$

où  $2^{1/2}+1$  est le centre numérique de pseudosymétrie chez les réels compris entre 1 et  $\infty$  (là où sont les nombres entiers) et dont l'inverse  $2^{1/2}-1$  est le centre numérique de pseudosymétrie chez les réels compris entre 0 et 1 :  $x = x^* = 2^{1/2}-1$  ;  $X = X^* = 2^{1/2}+1$  (cf. annexe).

Soit :

$$r_{u2}/r_{u1} = \pi(2^{1/2}-1) \text{ à } 0,004 \% \text{ près}$$

$$r_{u2}/r_{u1} = 1,3012400(76) = r_{d2}/r_{d1}$$

$$\pi(2^{1/2}-1) = 1,301290\dots$$

autre relation entre les cas 1 et 2 qui précise que les quarks sont 30 % plus grands dans le cas 2 que dans le cas 1.

Huitième partie

Un invariant entre proton et neutron

Le modèle de proton précédent est un modèle quasi-classique et essentiellement géométrique. Mais il montre que tout peut se passer comme si le proton était tel que ce modèle le décrit. Le neutron est donc susceptible d'être modélisée d'une façon similaire.

Le neutron étant composé d'un quark u et deux quarks d, si on le modélise à l'image du proton précédent alors on peut le voir comme l'effet de l'interaction d'un simple quark 1u pseudosphérique de masse  $m_u$  et de charge  $+(2/3)q_e$  (charge du quark u) et d'un double quark 2d sphérique de masse  $2m_d$  et de charge  $-(2/3)q_e$  (la charge du quark d étant  $-(1/3)q_e$ ).

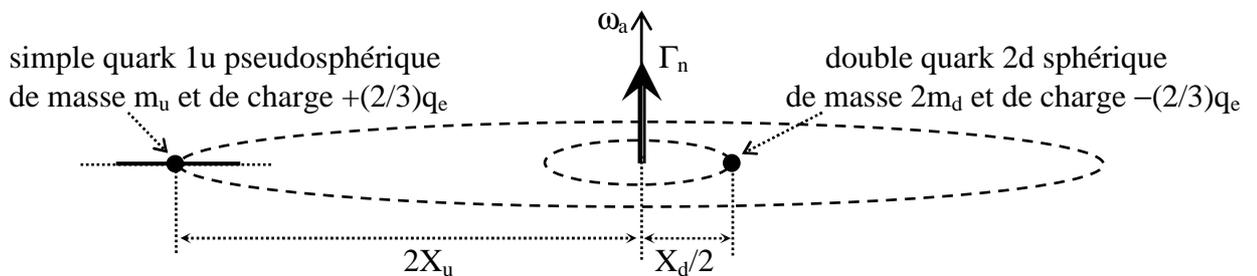
Comme dans le modèle précédent, masses et charges sont quasi-ponctuelles et aux centres de ce simple quark 1u et de ce double quark 2d en rotations circulaires uniformes coplanaires — **de vitesse angulaire  $\omega_a$**  — autour de leur centre de masse commun, « centre du neutron ». Les axes polaires de ces deux quarks s'identifient et passent par ce centre.

Dans ces conditions, étant donné que

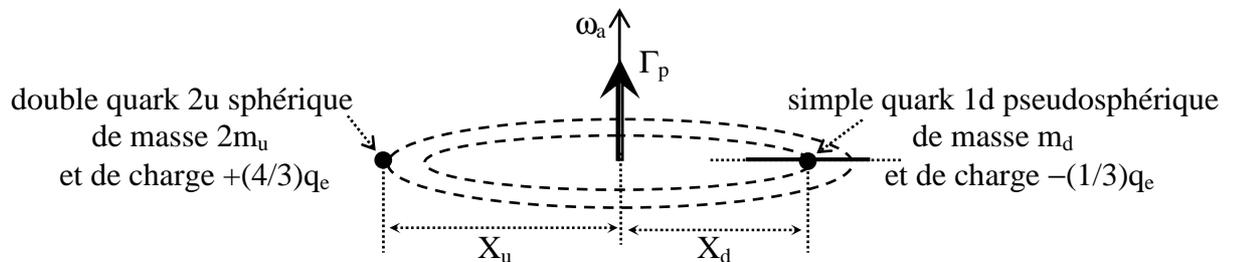
$$2m_u X_u = m_d X_d \Leftrightarrow m_u(2X_u) = 2m_d(X_d/2)$$

le centre du simple quark 1u de masse  $m_u$  est en mouvement circulaire uniforme de rayon  $2X_u$  et le centre du double quark 2d de masse  $2m_d$  est en mouvement circulaire uniforme de rayon  $X_d/2$ .

D'où le modèle de neutron suivant



semblable au modèle de proton précédent



On peut noter ici que, selon ces modèles, le stable proton est beaucoup plus « ramassé » que l'instable neutron.

Considérons maintenant que, chez chacun de ces modèles, il existe d'une part une énergie mécanique des masses quasi-ponctuelles, leur énergie cinétique, et d'autre part une énergie électrique des charges quasi-ponctuelles, leur énergie électrostatique.

Les conditions étant classiques, les énergies cinétiques ont la forme  $(1/2)mv^2$  et les énergies électrostatiques la forme  $Kq_1q_2/r$  où  $K = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,9875517923(13).10^9$  S.I.

Considérons d'abord, chez le proton, d'une part l'énergie cinétique, notée «  $E_{meca}(p)$  », des masses quasi-ponctuelles  $2m_u$  et  $m_d$ , et d'autre part l'énergie électrostatique en valeur absolue, notée «  $E_{elec}(p)$  », des charges quasi-ponctuelles  $+(4q_e/3)$  et  $-(q_e/3)$ .

Compte tenu de  $m_d X_d = 2m_u X_u$ , nous avons :

$$\begin{aligned} E_{meca}(p) &= (1/2)(2m_u)(\omega_a X_u)^2 + (1/2)(m_d)(\omega_a X_d)^2 = (1/2)(\omega_a^2)[2m_u X_u^2 + m_d X_d^2] = \\ &= (1/2)(\omega_a^2)[2m_u X_u^2 + (m_d X_d)X_d] = (1/2)(\omega_a^2)[2m_u X_u^2 + (2m_u X_u)X_d] \\ &\Leftrightarrow E_{meca}(p) = [\omega_a^2 m_u X_u] \cdot [X_u + X_d] \\ E_{elec}(p) &= K[(4q_e/3)(q_e/3)]/[X_u + X_d] = [K(2q_e/3)^2]/[X_u + X_d] \\ &\Rightarrow E_{meca}(p) \cdot E_{elec}(p) = [\omega_a^2 m_u X_u] \cdot [K(2q_e/3)^2] \end{aligned}$$

Considérons maintenant, chez le neutron, l'énergie cinétique, notée «  $E_{meca}(n)$  », des masses quasi-ponctuelles  $m_u$  et  $2m_d$  et l'énergie électrostatique en valeur absolue, notée «  $E_{elec}(n)$  » des charges quasi-ponctuelles  $+(2q_e/3)$  et  $-(2q_e/3)$ .

Compte tenu de  $m_d X_d = 2m_u X_u \Leftrightarrow m_u(2X_u) = 2m_d(X_d/2)$ , nous avons :

$$\begin{aligned} E_{meca}(n) &= (1/2)(m_u)(\omega_a(2X_u))^2 + (1/2)(2m_d)(\omega_a(X_d/2))^2 = (1/2)(\omega_a^2)[4m_u X_u^2 + m_d X_d^2/2] = \\ &= (1/2)(\omega_a^2)[4m_u X_u^2 + (m_d X_d)(X_d/2)] = (1/2)(\omega_a^2)[4m_u X_u^2 + (2m_u X_u)(X_d/2)] \\ &\Leftrightarrow E_{meca}(n) = [\omega_a^2 m_u X_u] \cdot [(2X_u) + (X_d/2)] \\ E_{elec}(n) &= K[(2q_e/3)(2q_e/3)]/[(2X_u) + (X_d/2)] = [K(2q_e/3)^2]/[(2X_u) + (X_d/2)] \\ &\Rightarrow E_{meca}(n) \cdot E_{elec}(n) = [\omega_a^2 m_u X_u] \cdot [K(2q_e/3)^2] \end{aligned}$$

Ce qui montre que :

$$E_{meca}(n) \cdot E_{elec}(n) = E_{meca}(p) \cdot E_{elec}(p)$$

D'où notre postulat :

**Il existe un produit (et non une somme)  
d'une énergie mécanique et d'une énergie électrique  
qui se conserve entre proton et neutron.**

Notons que, selon (14) et (18),  $X_d/X_u = 2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4} = 0,92331815166(11) \Leftrightarrow X_d = 2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4} X_u$ .  
D'où :

$$\begin{aligned} E_{meca}(p) &= m_u(\omega_a X_u)^2(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4}) & E_{elec}(p) &= [K(2q_e/3)^2]/[X_u(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] \\ E_{meca}(n) &= [(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})/(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] \cdot E_{meca}(p) & E_{elec}(n) &= [(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})/(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] \cdot E_{elec}(p) \\ &\text{où } [(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})/(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] & &= 1,27990216996(10) = 1/0,781309715282(62) \end{aligned}$$

la constante  $\alpha$  étant une constante électro-mécanique

Concernant les valeurs, nous avons :

- dans le cas 1

$$\begin{aligned} E_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1) &= m_u(\omega_a X_{u1})^2(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4}) = 1,092527(20).10^{-25} \text{ J} \\ E_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1) &= [K(2q_e/3)^2]/[X_{u1}(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] = 1,8139621(67).10^{-14} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{meca}}(n_1) &= m_u(\omega_a X_{u1})^2(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4}) = 1,398328(26).10^{-25} \text{ J} \\ E_{\text{elec}}(n_1) &= [K(2q_e/3)^2]/[X_{u1}(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] = 1,4172662(53).10^{-14} \text{ J} \end{aligned}$$

- dans le cas 2

$$\begin{aligned} E_{\text{meca}}(p_2) &= m_u(\omega_a X_{u2})^2(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4}) = (X_{u2}/X_{u1})^2.E_{\text{meca}}(p_1) = 0,9385909(92).E_{\text{meca}}(p_1) = 1,025436(29).10^{-25} \text{ J} \\ E_{\text{elec}}(p_2) &= [K(2q_e/3)^2]/[X_{u2}(1+2\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] = (X_{u1}/X_{u2}).E_{\text{elec}}(p_1) = 1,0321952(51).E_{\text{elec}}(p_1) = 1,872363(16).10^{-14} \text{ J} \\ E_{\text{meca}}(n_2) &= m_u(\omega_a X_{u2})^2(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4}) = (X_{u2}/X_{u1})^2.E_{\text{meca}}(n_1) = 0,9385909(92).E_{\text{meca}}(n_1) = 1,312458(37).10^{-25} \text{ J} \\ E_{\text{elec}}(n_2) &= [K(2q_e/3)^2]/[X_{u2}(2+\langle 5 \rangle^{3\alpha/4})] = (X_{u1}/X_{u2}).E_{\text{elec}}(n_1) = 1,0321952(51).E_{\text{elec}}(n_1) = 1,462895(13).10^{-14} \text{ J} \end{aligned}$$

Et on peut voir que

**$E_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1)$  et  $E_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1)$  se situent remarquablement dans l'intervalle universel**

La masse équivalente à  $E_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1) = 1,092527(20).10^{-25} \text{ J}$  est :

$$M_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1) = [E_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1)]/c^2 = 1,215600(23).10^{-42} \text{ kg} = 6,81902(13).10^{-7} \text{ eV}/c^2$$

Or :

$$\begin{aligned} \eta(M_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1)) &= \cos(\pi/3) - (11\alpha\pi/4) \text{ à } 0,001 \text{ \% près} \\ M_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1) &= m(\cos(\pi/3) - (11\alpha\pi/4)) \text{ à } 0,08 \text{ \% près} \end{aligned}$$

$$\eta(M_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1)) = 0,55356332(21)$$

$$\cos((\pi/3) - (11\alpha\pi/4)) = 0,5535687384548(80)$$

$$M_{\text{meca}}(\mathbf{p}_1) = 1,215600(23).10^{-42} \text{ kg}$$

$$m(\cos((\pi/3) - (11\alpha\pi/4))) = 1,214671(14).10^{-42} \text{ kg}$$

Avec :

$$\begin{aligned} \cos(\pi/3) + (11\alpha\pi/4) &= 0,4444446088747(87) = (2/3)^2 \text{ à } 0,00004 \text{ \% près} \\ \cos(\pi/3) + (11\alpha\pi/4) &= (2/3)^2 \Rightarrow x = 1/137,03560\dots = \alpha \text{ à } 0,0003 \text{ \% près} \\ \alpha &= 1/137,035999084(21) \end{aligned}$$

Quant à la masse équivalente à  $E_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1) = 1,8139621(67).10^{-14} \text{ J}$ , elle est du même ordre de grandeur que la masse de l'électron  $m_e = 9,109383632(55).10^{-31} \text{ kg}$  :

$$M_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1) = [E_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1)]/c^2 = 2,0183050(75).10^{-31} \text{ kg} = 0,11321861(42) \text{ MeV}/c^2$$

Or :

$$\begin{aligned} \eta(M_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1)) &= \cos(\text{Arcos}(\eta(m_e)) - (\alpha\pi/2)) \text{ à } 0,0002 \text{ \% près} \\ M_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1) &= m(\cos(\text{Arcos}(\eta(m_e)) - (\alpha\pi/2))) \text{ à } 0,01 \text{ \% près} \end{aligned}$$

$$\eta(M_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1)) = 0,37062557(11)$$

$$\cos(\text{Arcos}(\eta(m_e)) - (\alpha\pi/2)) = 0,370624778(79)$$

$$M_{\text{elec}}(\mathbf{p}_1) = 2,0183050(75).10^{-31} \text{ kg}$$

$$m(\cos(\text{Arcos}(\eta(m_e)) - (\alpha\pi/2))) = 2,01852971(10).10^{-31} \text{ kg}$$

## Conclusion

### **Géométrie non-euclidienne, particule et atome, mécanique unitaire**

Pour interpréter les relations synthétiques ci-avant — la relation « électron » (7), interprétée en [3], et les deux relations « proton » (12), interprétées ici — les concepts de pseudosphère physique et de particule sphérique ou pseudosphérique apparaissent comme nécessaires.

Ces interprétations donnent aux deux modèles mathématiques de la géométrie non-euclidienne que sont la sphère et la pseudosphère une grande importance physique.

Ainsi, le postulat «  $q_e \leftrightarrow \pi r_u^3$  » (cf. (20)) fait correspondre la charge élémentaire et un volume de la forme  $\pi R^3$ . Or le volume  $\pi R^3$  est le volume d'une sphéropseudosphère de rayon  $R$  (cf. annexe).

La Sphère et la Pseudosphère sont solidarisées par cette « géométrie sphéropseudosphérique » dont les premières constantes caractéristiques sont  $u_0$ ,  $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$ ,  $\delta_{\max}$  puis  $\alpha_{\text{math}}$  et  $\beta_{\text{math}}$ , deux constantes mathématiques égales aux très fondamentales constantes physiques  $\alpha$  et  $\beta$  (cf. annexe).

Ici, comme en [2] et [4], la dualité de la géométrie non-euclidienne apparaît comme un déterminant majeur des constantes physiques et, par là, de toute la nature.

Remarquons notamment que ces relations synthétiques (7) et (12) ont la même forme :

$$a_{\infty} \cdot m \Gamma_{\text{infime}} = E_{\text{infime}} \Leftrightarrow a_{\infty} \cdot F_{\text{infime}} = E_{\text{infime}} \Leftrightarrow a_{\infty} = E_{\text{infime}} / F_{\text{infime}} \quad (\text{cf. conclusion de [3]})$$

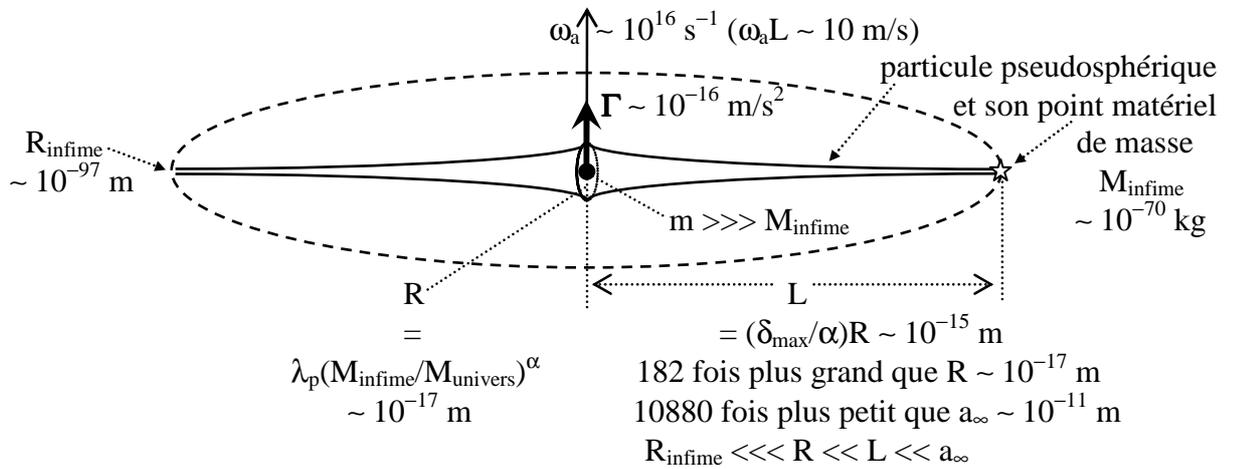
où  $a_{\infty}$  est le rayon atomique, où  $\Gamma_{\text{infime}} = (\hbar G / c^2) \omega_a ((1/R_1^2) + (1/R_2^2)) = \alpha^2 G m_e ((1/R_1^2) + (1/R_2^2))$ , où  $\omega_a$  est la vitesse angulaire atomique, et où les rayons  $R_n$  sont de l'ordre de  $10^{-15}$  m, portée de l'interaction forte.

Or, comme nous le montrons en [2], les constantes physiques, et notamment les portées moyennes de l'interaction forte et de l'interaction faible, vérifient une « **pseudosphère physique moyenne** » dont le rapport  $L/R$  de la demi-longueur  $L$  au rayon  $R$  est égal à  $L/R = \delta_{\text{max}} / \alpha = 181,639413214(28)$  où  $\delta_{\text{max}} = 1,32544868\dots$  est le diamètre de la plus grande sphère inscrite dans la Pseudosphère (cf. annexe).

Considérons alors une particule pseudosphérique de rayon  $R = \lambda_p (M_{\text{infime}} / M_{\text{univers}})^{\alpha} = \lambda_p \langle 5 \rangle^{2\alpha} = 2,6774087649(17) \cdot 10^{-17}$  m, où  $\lambda_p$  est la portée du *proton* (pas du neutron), et de demi-longueur  $L$  telle que  $L/R = \delta_{\text{max}} / \alpha$  d'où  $L = 4,8632295699(38) \cdot 10^{-15}$  m.

Supposons que cette particule pseudosphérique tourne sur elle-même en sorte que son point matériel est en mouvement circulaire uniforme de vitesse angulaire  $\omega_a$  et de rayon  $L$ .

Alors cette particule pseudosphérique est soumise à une accélération quanta-gravitationnelle (appliquée en son centre et centre de masse)  $\Gamma = \alpha^2 G m_e / L^2 = 1,368913(31) \cdot 10^{-16}$  m/s<sup>2</sup> :



Or le temps  $t$  mis par cette particule pseudosphérique soumise à cette accélération  $\Gamma$  pour parcourir sans vitesse initiale le rayon atomique  $a_{\infty} = 5,29177210903(80) \cdot 10^{-11}$  m, temps  $t$  donné, dans ces conditions classiques, par  $(1/2) \cdot \Gamma \cdot t^2 = a_{\infty}$ , est égal à  $t = 879,2809(99)$  s, ce qui est, à 0 % près, la durée de vie du *neutron* :  $\tau_n = 879,4 \pm 0,6$  s.

Cet exemple illustre comment des concepts induits de préalables analyses-synthèses des constantes physiques donnent en retour d'autres remarquables relations entre les données.

C'est ce même processus qui permet de voir les relations synthétiques (7) et (12).

Pour découvrir ces relations synthétiques, le concept d'accélération quanta-gravitationnelle apparaît comme nécessaire. Or nous induisons ce concept de la « **mécanique unitaire** » que nous concevons en [1] où, *via l'intervalle universel*, nous montrons qu'il existe une interprétation des données expérimentales qui réfute en l'englobant l'interprétation relativiste comme l'interprétation relativiste réfute en l'englobant l'interprétation classique.

Cette interprétation unitaire — qui *réfute sans exclure* — démontre comment le cadre spatio-temporel relativiste peut être faussé à l'instar du cadre classique et stipule qu'il y a, au 20<sup>ème</sup> siècle jusqu'à aujourd'hui en relativité restreinte, une involontaire et invisible approximation à zéro de la constante unitaire **b** comme il y avait, aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles en mécanique classique, une involontaire et invisible approximation à l'infini de la constante relativiste **c** (la vitesse de la lumière, bien que connue comme finie depuis le 17<sup>ème</sup> siècle).

Tout référentiel, *même galiléen*, a une nature quanta-gravitationnelle et corpusculo-ondulatoire.

L'espace-temps a, *dans tous les cas*, quatre dimensions, ni moins *ni plus*. Mais que quatre coordonnées suffisent (cf. la définition de la position en relativité restreinte) pour *repérer* sans ambiguïté dans cet espace *physique* (et non mathématique) à quatre dimensions est une interprétation aussi spontanée que le géocentrisme. Cette triviale interprétation, cette fausse évidence, cette originelle erreur est la cause de tous les blocages. Elle ignore les « **coordonnées ondulatoires** » et provoque, dès la physique, deux blocages majeurs : celui, depuis un siècle, sur l'unification quanta-gravitationnelle, et celui, depuis quatre siècles, sur la singularité du mouvement galiléen (cf. [1]).

La mécanique unitaire sera certainement nécessaire pour expliquer les relations synthétiques. Nous avons montré ici que ces relations sont interprétables par des modèles quasi-classiques donnant déjà d'importantes informations.

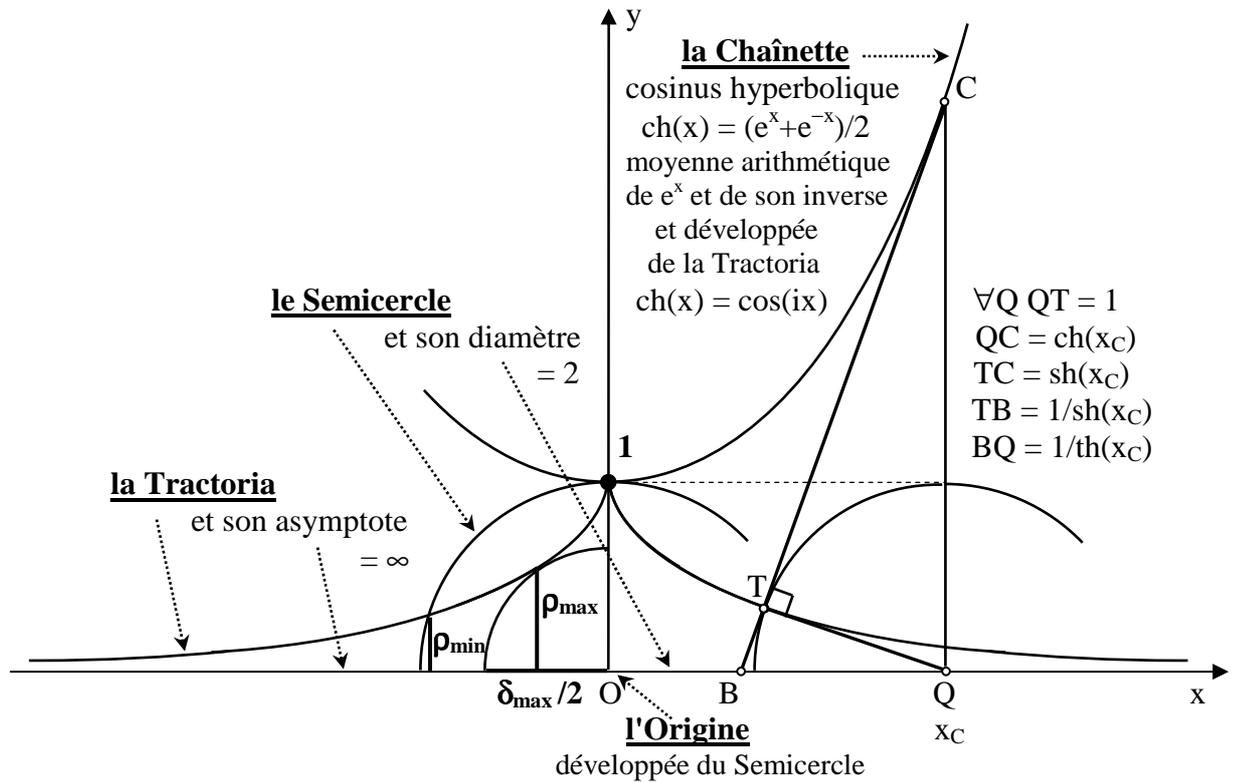
\* \* \*

### Références

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| [1] Une analyse des constantes physiques et son interprétation par<br>une conception quanta-gravitationnelle des référentiels galiléens | J. F. Labopin / HAL-03121511 |
| [2] Constantes physiques et géométries sphérique et pseudosphérique   | J. F. Labopin / HAL-03263199 |
| [3] Sur une accélération quanta-gravitationnelle<br>associée au mouvement à force centrale  | J. F. Labopin / HAL-03406256 |
| [4] Nature et géométrie tractocirculaire  | J. F. Labopin / HAL-03498698 |
| [5] Accélération quantogravitationnelle et autoaction   | J. F. Labopin / HAL-03585992 |

ANNEXE MATHÉMATIQUE

TractoCercle et SphéroPseudosphère



L'équation de la Tractoria est :  $x = \pm \{ \text{Argch}(1/y) - (1-y^2)^{1/2} \}$   
 et l'équation du Semicercle est :  $x = \pm (1-y^2)^{1/2} \quad \{ 0 \leq y \leq 1 \}$

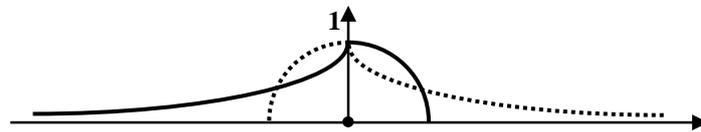
La Pseudosphère est la surface engendrée par la rotation de la Tractoria autour de son asymptote. La Sphère est la surface engendrée par la rotation du Semicercle autour de son (unique) diamètre. On dit « **la Tractoria** », « **le Semicercle** », « **la Pseudosphère** » et « **la Sphère** » (avec majuscules) comme on dit « *le* cosinus hyperbolique ».

Concernant la Tractoria,  $x \gg 1 \Rightarrow y \ll 1$  et  $x = \text{Argch}(1/y) - (1-y^2)^{1/2} \rightarrow x = \text{Ln}(2/y) - 1$

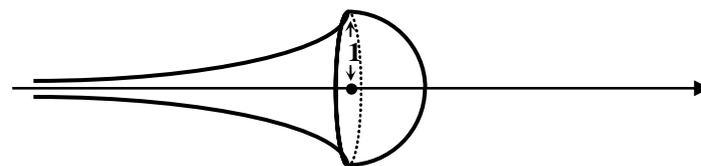
L'ensemble { Semicercle ; Tractoria } est aussi l'ensemble de deux « **TractoCercles** » d'équations

$$\{ x = - \{ \text{Argch}(1/y) - (1-y^2)^{1/2} \} ; x = + (1-y^2)^{1/2} \}$$

$$\{ x = - (1-y^2)^{1/2} ; x = + \{ \text{Argch}(1/y) - (1-y^2)^{1/2} \} \}$$



« **La SphéroPseudosphère** » est le solide de révolution (autour de l'asymptote) engendré par l'un de ces TractoCercles :



Le volume de la SphéroPseudosphère est égal à  $\pi$  dont 1/3 est dans sa partie pseudosphérique et 2/3 sont dans sa partie sphérique

## ANNEXE MATHÉMATIQUE

### Constantes mathématiques $u_0$ , $\rho_{\min}$ , $\rho_{\max}$ , $\delta_{\max}$ , $\alpha_{\text{math}}$ , $\beta_{\text{math}}$

Outre leurs équateurs, engendrés par les sommets en (0;1) de la Tractoria et du Semicercle, la Pseudosphère et la Sphère ont en commun deux parallèles de rayons égaux de valeur :

$$\rho_{\min} = 0,2884199089\dots$$

solution de l'équation  $\text{Argch}(1/y) - (1-y^2)^{1/2} = (1-y^2)^{1/2}$   
 { premier membre : équation de la Tractoria ; second membre : équation du Semicercle }

Les deux rayons de courbures principaux de la Pseudosphère, inverses l'un de l'autre (la Pseudosphère est, comme la Sphère, une surface à courbure constante), sont  $TC = \text{sh}(x_C)$ , qui est le rayon de courbure de la Tractoria, et  $TB = 1/\text{sh}(x_C)$  où B appartient à l'asymptote :  $BQ = 1/\text{th}(x_C)$  et  $OB = OQ - BQ = x_C - 1/\text{th}(x_C)$ .

Dans le cas particulier où  $OB = 0$  (c'est-à-dire quand B est à l'origine O) alors :

- $x_C = u_0$  où  $u_0$  est solution de l'équation  $x = 1/\text{th}(x)$

$$u_0 = 1,1996786402\dots = 1/\text{th}(u_0)$$

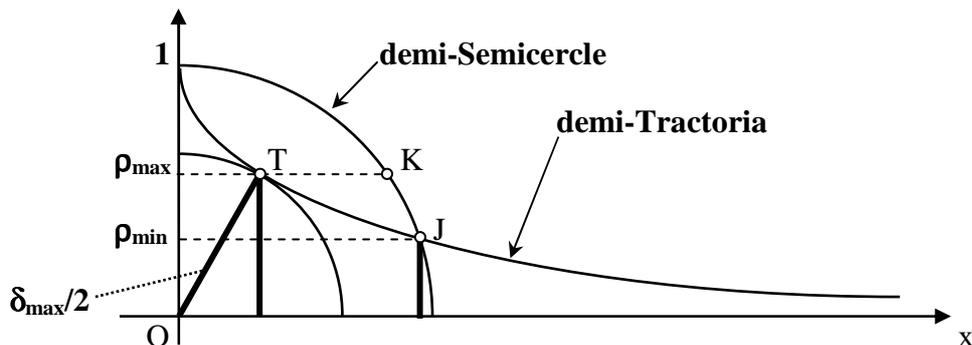
- l'ordonnée de T prend la valeur

$$\rho_{\max} = 0,5524341245\dots = 1/\text{ch}(u_0)$$

- $BT = OT$  est le rayon  $\delta_{\max}/2$  de la plus grande sphère inscrite dans la Pseudosphère

$$\delta_{\max}/2 = 0,6627434193\dots = 1/\text{sh}(u_0)$$

Autrement vu :



où  $\rho_{\min}$  et  $\rho_{\max}$  sont quasiment pseudosymétriques (cf. définitions suivantes)

$$(1 + \rho_{\min})(1 + \rho_{\max}) = 2,000187\dots \approx 2$$

et tels que

$$[\text{Arcos}(\rho_{\min}^*/\rho_{\max})]/\pi = 1/137,036035\dots = \alpha_{\text{math}} \Leftrightarrow \alpha_{\text{math}}\pi = \text{Arcos}(\rho_{\min}^*/\rho_{\max})$$

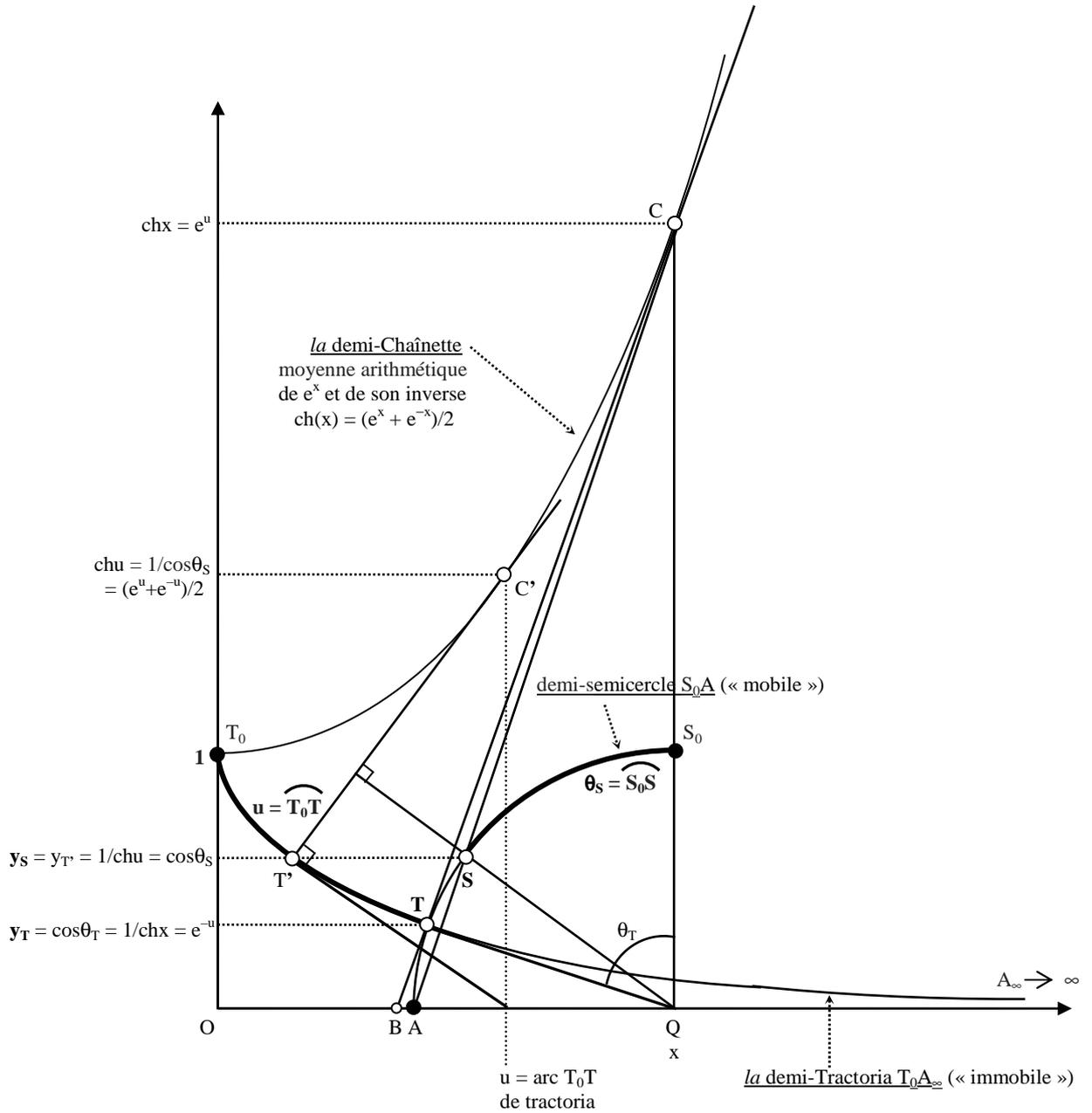
$$\alpha_{\text{math}}(\delta_{\max}/2) = 1/206,770873\dots = \beta_{\text{math}} \Leftrightarrow \beta_{\text{math}}/\alpha_{\text{math}} = \delta_{\max}/2$$

$\text{Arcsin}(\rho_{\max}) / \text{Arcsin}(\rho_{\min}) = 2,00044\dots$  soit  $\text{Arcsin}(\rho_{\max}) \approx 2\text{Arcsin}(\rho_{\min})$   
 ce qui signifie en particulier que OJ est la quasi bissectrice de (Ox ; OK)

ANNEXE MATHÉMATIQUE

Circulaire, Tractorial, Pseudosymétrie

( les démonstrations sont en [4] )



## ANNEXE MATHÉMATIQUE

La droite BC est tangente au demi-semicolon S<sub>0</sub>A en T (et à la demi-Chaînette en C).

La droite AC coupe le demi-semicolon S<sub>0</sub>A en S.

La relation entre les ordonnées  $y_S = 1/\text{chu}$  et  $y_T = e^{-u}$  des points S et T est :

$$\begin{aligned} 1/\text{chu} &= 2/(e^u + e^{-u}) = 2e^{-u}/(1 + e^{-2u}) \\ &\Leftrightarrow \\ y_S &= 2y_T/(1 + y_T^2) \end{aligned}$$

Le « **circulaire** » d'un nombre réel x compris entre 0 et 1 est le nombre réel noté circ(x) compris entre 0 et 1 tel que :

$$\mathbf{circ(x) = 2x/(1+x^2)}$$

Inversement, le « **tractorial** » d'un nombre réel x compris entre 0 et 1 est le nombre réel noté trac(x) compris entre 0 et 1 tel que :

$$\mathbf{trac(x) = (1 - (1-x^2)^{1/2})/x}$$

L'ordonnée  $y_T$  de T est le tractorial de  $y_S$  et l'ordonnée  $y_S$  de S est le circulaire de  $y_T$  :

$$y_S = 2y_T/(1 + y_T^2) \Leftrightarrow 2/y_S = [1/y_T] + [1/(1/y_T)]$$

ce qui signifie que le circulaire est la moyenne harmonique du tractorial et de son inverse.

Le demi-semicolon S<sub>0</sub>A possède une symétrie.

La demi-Tractoria T<sub>0</sub>A<sub>∞</sub> ne possède pas de symétrie.

Aux ordonnées de deux points symétriques de S<sub>0</sub>A correspond, via la fonction trac, les ordonnées y et y\* de deux points de T<sub>0</sub>A<sub>∞</sub>. Ces ordonnées sont telles que :  $(1+y)(1+y^*) = 2$ .

Deux « **nombre pseudosymétriques** » sont deux nombres réels x et x\*, compris entre 0 et 1, vérifiant :

$$\mathbf{(1 + x)(1 + x^*) = 2 \Leftrightarrow x^* = (1-x)/(1+x)}$$

Le nombre x\* est le pseudosymétrique de x, et réciproquement :

$$x = x^* = 2^{1/2} - 1 = 0,414\dots$$

$$\mathbf{circ(x) = x^{*2*} \quad trac(x) = x^{*1/2*}}$$

Deux « **nombre pseudosymétriques** » compris entre 1 et ∞ sont les deux nombres X = 1/x et X\* = 1/x\* vérifiant :

$$\mathbf{(1+(1/X))(1+(1/X^*)) = 2 \Leftrightarrow X^* = (X+1)/(X-1)}$$

$$X = X^* = 2^{1/2} + 1 = 2,414\dots$$

**Il existe un unique couple pseudosymétrique d'entiers : { 2 ; 3 }**