

# FORCES

## **Projection de la force gravitationnelle en théorie NR**

Nous disposons maintenant de deux principes pour développer une vision nouvelle de la force gravitationnelle :

1. Il existe une charge faible, toujours négative si on prend pour référence la densité de l'espace neutre qui est plus importante que celle de l'espace neutralisé, ce qui engendre une sorte de *pression de l'espace* — concept que nous avons précédemment examiné dans la section consacrée à la force de Casimir généralisée en théorie NR aux pages 231 à 235 — sur les objets neutralisés formés, au niveau élémentaire d'assemblage, de neutrons et d'atomes d'hydrogène.
2. Nous venons d'identifier les deux sources possibles de la force gravitationnelle, précisément l'atome d'hydrogène et le neutron.

Il est notoire que l'intensité propre de la force gravitationnelle est extrêmement faible si on la compare à celle de la force électromagnétique s'exerçant entre objets chargés, cette dernière étant  $1,24 \times 10^{36}$  fois plus intense que sa correspondante dans le domaine de la gravitation, ce qui est proprement gigantesque, de l'ordre du milliard de milliards de milliards de milliards !

A l'évidence, invoquer l'existence d'une charge faible peut sembler assez naïf pour tenter de justifier un tel écart. Il nous faut donc examiner comment cette force gravitationnelle peut s'établir dans l'espace entre corps massifs.

## **La gravitation à la manière d'Isaac Newton**

Isaac Newton (1643-1727) a publié en 1687 les *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* (*Philosophiæ naturalis principia mathematica*). Il démontre dans cet ouvrage les lois de Kepler à partir de la *loi d'attraction universelle* des masses.

L'équation de Newton régissant la force gravitationnelle a été présentée page 274 sous une forme transformée suivant les principes de la théorie NR, en remplaçant  $\mathbf{G}$  par  $\mu_0 \alpha^2$  :

$$F_{A/B} = \mu_0 \frac{M_A \alpha}{d} \frac{M_B \alpha}{d} \quad (8.28)$$

## THÉORIE NR

$F_{A/B}$  = Force exercée par le corps A sur le corps B

$\mu_0$  = Perméabilité magnétique du vide

$M_A$  et  $M_B$  = Masses des corps A et B

$\alpha$  = Constante de structure fine électromagnétique

$d$  = Distance entre les centres de gravité des corps A et B

Essayons tout d'abord d'expliquer la présence de la constante de structure fine électromagnétique  $\alpha$  dans cette équation à vocation gravitationnelle. Elle a été présentée page 249 sous cette forme :

$$\alpha = \frac{e^2}{2} \frac{\mu_0}{\mu_\infty} \quad (8.13)$$

La lecture de cette formule doit être la suivante :

1. La constante  $e$  représentant la valeur absolue de la charge électrique élémentaire est interprétée comme un angle solide, caractéristique de l'évolution de la densité de l'espace euclidien à l'issue du processus topologique de double enveloppement, cause de l'apparition des particules de matière soustraite à l'expansion de l'espace.
2. L'élévation au carré de la constante  $e$  signifie que la charge électrique élémentaire est projetée dans les quatre dimensions de l'espace euclidien de la théorie NR, ce qui la rend homogène avec la constante  $\alpha$  considérée comme un angle hypersolide.
3. La division par 2 est relativement mystérieuse. L'apparition des coefficients 2 et 1/2 dans les équations de la physique contemporaine a été abordée au troisième point de la page 215 (*section : Calcul du facteur de Landé de l'électron*) ainsi que dans la note en bas de page. Il a été indiqué : « *Ces coefficients ont une fonction particulière en physique comme en mathématique, ce qui fera l'objet d'une analyse particulière dans la quatrième partie de notre étude consacrée à quelques réflexions épistémologiques sur la nature des sciences physiques et mathématiques* ».
4. Le rapport de viscosités cinématiques  $\mu_0 / \mu_\infty$  nous donne la portée de la projection de la charge électrique élémentaire, portée considérée comme infinie en physique classique, mais restreinte ici à la dilution de cette charge entre la surface d'un noyau atomique et le pôle opposé à ce noyau (aux confins de l'univers hypersphérique — de courbure donc positive — de la théorie NR).

## FORCES

Ainsi, nous venons d'introduire avec la constante  $\alpha$  une pincée d'électromagnétisme dans l'équation de Newton, petit pas vers l'unification des forces fondamentales de la nature, mais nous sommes loin d'une véritable unification, en particulier parce qu'il nous faut expliquer pourquoi la force gravitationnelle est toujours attractive et s'exerce entre objets de même charge, dite *faible* dans notre propos. Il va donc nous falloir envisager d'autres approches. Pour ce faire, nous allons utiliser deux objets idéaux « mathématiques », proches des corps « réels » que sont la planète terre et une masse d'un kilogramme :

1. Une boule parfaitement sphérique de masse égale à celle de la terre, soit  $5,9736 \times 10^{24}$  kg, et de rayon égal au rayon moyen de la terre évalué à **6 371 km**. Cette boule sera par ailleurs dépourvue de la rotation propre responsable dans le cas de la terre de l'aplatissement des pôles et de l'augmentation de la force centrifuge quand on se rapproche de l'équateur.
2. Une boule d'une masse de un kilogramme et de rayon négligeable par rapport à celui de la terre. Par hypothèse, cette boule sera exclusivement composée d'hydrogène solide, ce qui est à mettre en rapport avec notre principe stipulant qu'il existe en théorie NR une constante gravitationnelle de base  $G_0 = \mu_0 \alpha^2$  (voir Tab. 8.3 page 246).

Notons que l'équation aux dimensions d'une force est dans le système international d'unités (SI)  $M L T^{-2}$ , soit le produit d'une masse  $M$  par une accélération  $L T^{-2}$ . En bonne logique, la disparition de la masse d'un kilogramme ( $M_A = M_T$  et  $M_B = 1$ ) dans l'équation 8.29 ci-dessous doit donc nous donner directement une approximation de l'accélération de la pesanteur  $g_T$  à la surface de la terre. L'équation de Newton modifiée 8.28 se présente alors ainsi :

$$g_T = \mu_0 \alpha^2 \frac{M_T}{R_T^2} \quad (8.29)$$

$g_T$  = Accélération de la pesanteur en surface de la terre

$\mu_0$  = Perméabilité magnétique du vide

$\alpha$  = Constante de structure fine électromagnétique

$M_T$  = Masse de la terre.

$R_T$  = Rayon moyen de la terre (rayon de la masse de 1 kg négligé)

## THÉORIE NR

Le résultat de l'équation 8.29 est ainsi le suivant (la masse de la terre  $M_T$  considérée ici comme un objet matériel se projetant selon la règle d'évolution des hypervolumes dans l'espace euclidien quadridimensionnel de la théorie NR est multipliée par le facteur  $C_{HO}/C_{HN}$  pour tenir compte de la projection d'un objet gravitationnel neutralisé, la terre, dans l'espace neutre) :

*Tab. 8.9 : Accélération de la pesanteur en surface de la terre (Newton)*

Accélération de la pesanteur en surface de la terre (Newton)						
n°	Donnée	Symb.	Formule	Valeur	u (SI)	d (TNR)
1	Constante de structure fine électromagnétique	$\alpha$	expérimentale	0,0072973526	1	1
2	Perméabilité magnétique du vide (SI)	$\mu_0$	par définition	1,25663706E-06	kg m s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>	L <sup>2</sup> T <sup>-4</sup>
3	Masse de la terre	$M_T$	expérimentale	5,97360000E+24	kg	L T <sup>-1</sup>
4	Rayon moyen de la terre	$R_T$	expérimental	6,37100000E+06	m	L
5	Coefficient applicable aux hypervolumes neutralisés	$C_{HO}/C_{HN}$	Voir calculs tracé régulateur	0,9953289447	1	1
6	Accélération de la pesanteur terrestre (calculée)	$g_{TC}$	$g_{TC} = M_T \frac{C_{HO}}{C_{HN}} \frac{\mu_0 \alpha^2}{R_T^2}$	9,8023021368	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
7	Accélération de la pesanteur terrestre (mesurée)	$g_{TM}$	expérimentale	9,8066500000	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
8	Différence $g_M - g_C$ (valeur absolue)	$\Delta$	$\Delta =  g_{TM} - g_{TC} $	0,0043478632	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
9	Pourcentage différence	% $\Delta$	% $\Delta = 100 \frac{\Delta}{g_{TM}}$	0,0443358661	%	%

**Résultat 31** : On constate que malgré le caractère très abstrait de nos deux masses « de natures purement mathématiques », le résultat calculé ne diffère que de **0,44 %** du résultat mesuré (qui est en fait la valeur conventionnelle de **g** définie par la troisième conférence générale des poids et mesures de 1901).

### **La gravitation à la manière de Charles-Augustin Coulomb**

Pour avancer sur la voie de l'unification de la force gravitationnelle avec la force électromagnétique, il nous faut absolument expliquer pourquoi, si nous admettons que l'origine de l'attraction gravitationnelle est à relier au concept de charge faible, cette attraction s'exerce entre charges de même signe alors que c'est l'inverse dans le domaine de l'électromagnétisme.

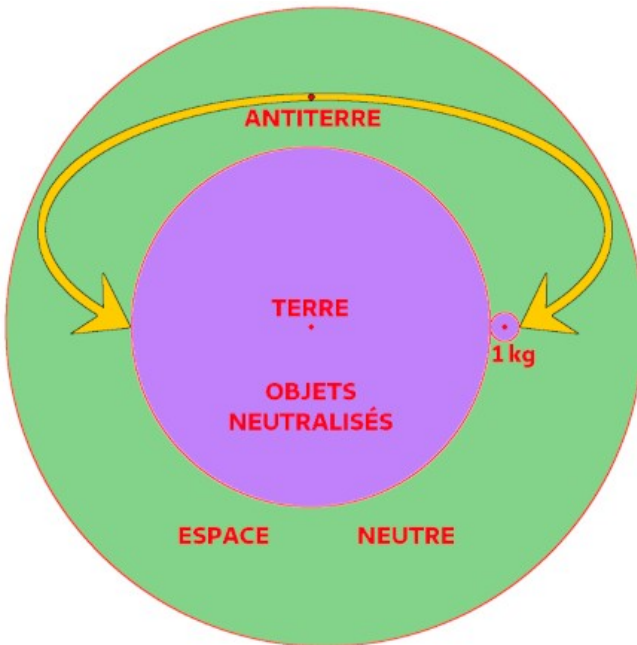
La figure 8.6 page 281 illustrant la métaphore du trampoline appliquée au cas de la gravitation nous a proposé un début d'explication. On imagine en effet que si les objets chargés représentés sont un électron et un positon, ils vont en quelque sorte « se vider l'un dans l'autre » et s'annihiler, ce qui est effectivement le cas dans la nature, sachant que s'il s'agissait d'un électron et d'un proton, la figure 7.2 page 192 consacrée à la projection du champ magnétique du proton nous a montré comment la protection assurée par le champ électrique négatif du quark down empêche l'annihilation.

## FORCES

Mais la figure 8.6 page 281 nous montre également deux objets neutralisés qui épousent la courbure de la toile du trampoline, ce qui nous donne une vision parfaitement einsteinienne du phénomène gravitationnel. Les deux objets glissent l'un vers l'autre en raison de la pente de l'espace courbe, jusqu'à venir en contact, sans répulsion ni destruction mutuelle.

Il nous faut cependant adopter une vision tridimensionnelle — et non bidimensionnelle comme celle de la toile du trampoline — pour prendre en compte le caractère hypersphérique de l'univers, ce qu'illustre le croquis suivant, nous montrant deux objets matériels neutralisés, en l'occurrence la terre et une masse d'un kilogramme, plongés dans un espace neutre de type 3-sphère. La force gravitationnelle — symbolisée par une double flèche jaune centrée sur le point antipodal de la terre — est donc bien ainsi conçue comme une poussée de l'espace sur la matière.

*Fig. 8.8 : Application de la force gravitationnelle dans l'espace hypersphérique*



Reprenons l'équation 8.27 de la page 273 montrant l'équation de la loi de Coulomb modifiée selon les principes de la théorie NR :

$$|F| = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{c|q_1|}{r} \frac{c|q_2|}{r} \quad (8.27)$$

## THÉORIE NR

Nous pouvons adapter cette formule de cette manière :

$$g_{\tau} = (4 \pi \mu_{\infty}) \left( \frac{c}{R_{\tau}} \frac{V_{\tau} \rho_{\tau}}{C_{v0}} \frac{v}{u} \right) \left( \frac{c}{R_{\tau}} \frac{v}{u} \right) \quad (8.30)$$

**$g_{\tau}$**  = Accélération de la pesanteur en surface de la terre  
 **$\mu_{\infty}$**  = Perméabilité gravitationnelle du vide  
 **$R_{\tau}$**  = Rayon moyen de la terre (rayon de la masse de 1 kg négligé)  
 **$c$**  = Vitesse de la lumière dans le vide  
 **$V_{\tau}$**  = Volume tridimensionnel de la terre  
 **$\rho_{\tau}$**  = Masse volumique de la terre  
 **$C_{v0}$**  = Coefficient TNR applicable aux volumes neutralisés  
 **$v$**  = Charge faible élémentaire  
 **$u$**  = Unité de masse atomique unifiée

L'interprétation est la suivante :

1. Le symbole  **$g_{\tau}$**  correspond à l'accélération de la pesanteur en surface de la terre, en rappelant que c'est la présence d'une masse d'un kilogramme dans l'équation qui nous permet de passer de la force à l'accélération.
2. Le facteur  **$4\pi$**  représente l'angle solide de l'entier espace euclidien.
3. La constante  **$\mu_{\infty}$**  est à mettre en rapport avec la viscosité cinématique de l'espace entier, c'est-à-dire à celle du point antipodal de la terre dans un espace neutre vide de toute matière<sup>1</sup> en dehors des deux masses illustrées sur la figure 8.8 ci-dessus.
4. Le rapport  **$c/R_{\tau}$**  est directement repris du rapport  **$c/r$**  dans l'équation 8.27, en utilisant la valeur du rayon moyen de la terre.
5. Le rapport  **$(V_{\tau} \rho_{\tau})/C_{v0}$**  nous donne la masse de la terre en tant qu'objet en phase neutralisée. Le volume est corrigé par le facteur  **$C_{v0}$**  pour prendre en compte la contraction de l'espace euclidien tridimensionnel et multiplié par la masse volumique pour obtenir la masse de la terre en phase neutralisée.
6. Le rapport  **$v/u$**  transforme une masse en une charge électromagnétique faible. La masse de la terre (deuxième parenthèse) et la masse unitaire d'un kilogramme (troisième parenthèse) sont divisées par l'unité de masse atomique unifiée et multipliées par la charge faible élémentaire (voir Tab. 8.2 page 237).

---

1 A noter que cette constante  **$\mu_{\infty}$**  n'étant pas infiniment petite, elle introduit indirectement la courbure positive de l'espace neutre dans l'équation.

# FORCES

L'équation 8.30 ci-dessus peut ainsi être calculée :

Tab. 8.10 : Accélération de la pesanteur en surface de la terre (Coulomb)

Accélération de la pesanteur en surface de la terre (Coulomb)						
n°	Donnée	Symb.	Formule	Valeur	u (SI)	d (TNR)
1	Perméabilité gravitationnelle du vide (TNR)	$\mu_0$	par définition	2,21021904E-42	m kg	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>
2	Vitesse de la lumière dans le vide	c	expérimentale	2,99792458E+08	m s <sup>-1</sup>	L T <sup>-1</sup>
3	Charge élémentaire en stéradian (TNR)	e (TNR)	Voir calcul charges élémentaires	0,5512855984	sr	L <sup>2</sup> L <sup>-2</sup>
4	Charge élémentaire en coulomb (SI)	e (SI)	par définition	1,60200000E-19	A s	1
5	Charge faible en stéradian (TNR)	v	Voir calcul charges élémentaires	0,0297176337	sr	L <sup>2</sup> L <sup>-2</sup>
6	Charge faible en coulomb (SI)	V (SI)	V (SI) = v(e (TNR) × e (SI))	8,63575055E-21	A s	1
7	Unité de masse atomique	u	par définition	1,66053892E-27	kg	L T <sup>-1</sup>
8	Volume de la terre	V <sub>T</sub>	expérimental	1,08321000E+21	m <sup>3</sup>	L <sup>3</sup>
9	Masse volumique de la terre	$\rho_T$	expérimentale	5,51500000E+03	kg m <sup>-3</sup>	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>
10	Rayon moyen de la terre	R <sub>T</sub>	expérimental	6,37100000E+06	m	L
11	Coefficient applicable aux volumes neutralisés	C <sub>V0</sub>	Voir calculs tracé régulateur	1,0135424174	1	1
12	Accélération de la pesanteur terrestre (calculée)	g <sub>Tc</sub>	$F_{T11} = 4 \pi \mu_0 \left( \frac{c}{R_T} \frac{V_T \rho_T}{C_{V0}} \frac{v}{u} \right) \left( \frac{c}{R_T} \frac{v}{u} \right)$	9,8036925795	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
13	Accélération de la pesanteur terrestre (mesurée)	g <sub>Tm</sub>	expérimentale	9,8066500000	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
14	Différence g <sub>m</sub> - g <sub>c</sub> (valeur absolue)	$\Delta$	$\Delta =  g_{Tm} - g_{Tc} $	0,0029574205	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
15	Pourcentage différence	% $\Delta$	% $\Delta = 100 \frac{\Delta}{g_{Tm}}$	0,0301572964	%	%

**Résultat 32** : Ce deuxième calcul de l'accélération de la pesanteur en surface de la terre diffère de **0,30 ‰** du résultat de la mesure conventionnelle de 1901, et de seulement **0,14 ‰** du résultat précédent issu de l'application de la loi de Newton.

## La gravitation à la manière d'Hendrik Casimir

L'idée illustrée par la figure 8.8 page 287 que la force de gravitation pourrait être interprétée comme une sorte de poussée de l'espace sur la matière amène tout naturellement à envisager une troisième approche, basée sur la force de Casimir, inspirée de la démarche qui nous a permis de calculer la masse du proton avec une précision de **1,14 ‰** (voir figure 8.2 page 233 et tableau 8.1 page 234).

Cette étude nous a ainsi montré que seul le niveau externe du tracé régulateur d'une particule soustraite à l'expansion de l'espace — donc de type fermion — doit être pris en compte pour calculer force pression et masse (voir métaphore de la cloche page 101).

De la même manière, nous pouvons imaginer considérer notre « terre idéale » — objet mathématique parfaitement sphérique et dépourvu de rotation — comme une particule élémentaire et nous poser la question de l'épaisseur du niveau externe qu'il nous faudrait prendre en compte pour représenter l'écart entre les deux plaques parallèles dépourvues de toute charge électrique qui en se réduisant provoque l'apparition de l'effet Casimir.

## THÉORIE NR

La figure 8.7 page 282 nous a indiqué que les deux sources de la force gravitationnelle en théorie NR sont l'atome d'hydrogène et le neutron. Les atomes de toute nature présents dans le globe terrestre peuvent au final être décomposés en une somme de ces deux éléments, si on néglige le phénomène que les physiciens atomistes appellent le *défait de masse*<sup>1</sup>.

Nous pouvons associer à chacun de ces éléments une charge faible qui se projette sous la forme d'un angle solide, principe qui nous a permis dans la précédente section consacrée à une interprétation gravitationnelle de la loi de Coulomb de transformer des masses en charges électromagnétiques.

Toutefois, dans le cas d'un objet massif comme la terre, ces charges faibles ne se diluent pas dans l'espace mais se combinent au sein de la matière. Les angles solides associés aux différentes charges faibles certes s'additionnent, mais ne se projettent dans l'espace neutre dodécaédrique qu'à partir de la surface du globe terrestre, en suivant alors la *loi du carré inverse* en  $1/R^2$ .

C'est pourquoi nous pouvons poser l'hypothèse que la masse gravitationnelle d'un corps peut *in fine* être considérée comme une propriété de surface, d'où l'idée d'appliquer au concept de masse le fameux *principe holographique*<sup>2</sup> qui permet d'interpréter « en surface » une notion initialement définie « en volume ».

Cependant, contrairement aux hypothèses géométriques fractales retenues dans le cas de l'étude de la force de Casimir généralisée appliquée au cas du proton, le contenu de notre globe terrestre doit être considéré comme un milieu relativement homogène.

---

1 La section **Défait de masse** de l'article WIKIPÉDIA consacré à la **liaison nucléaire** nous donne les indications suivantes :

« Le défaut de masse, noté B, est la différence entre la somme des masses de tous les nucléons d'un noyau (masse des Z protons + masse des (A-Z) neutrons) et la masse de ce même noyau, M(A,Z). Cette énergie apparaît dans le bilan de masse du système : la masse du noyau est inférieure à la somme des masses de chacun de ses nucléons. Ce défaut de masse se retrouve sous forme d'énergie grâce au principe d'équivalence masse-énergie exprimé par Albert Einstein ».

Voir : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Liaison\\_nucléaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liaison_nucléaire)

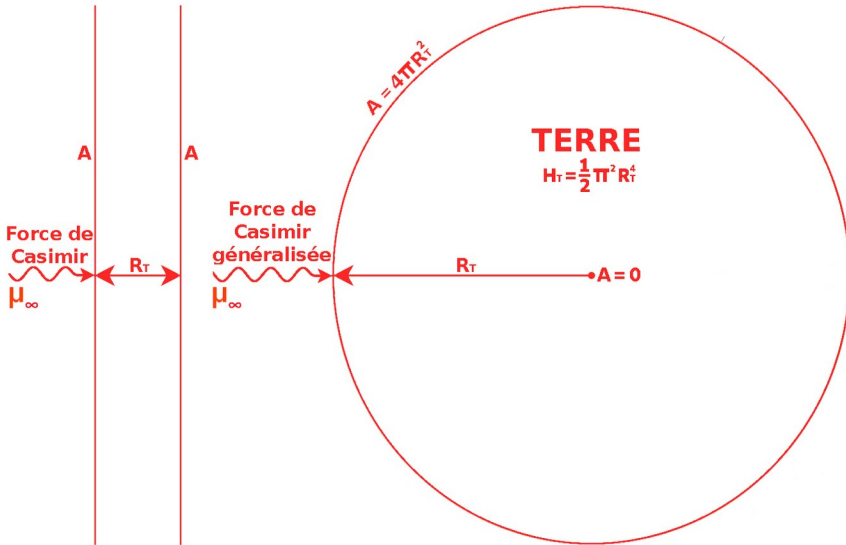
2 Voir WIKIPÉDIA : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe\\_holographique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_holographique)

## FORCES

Ce qui se résume au final à une juxtaposition en volume de nos deux objets source de la force gravitationnelle que sont le neutron et l'atome d'hydrogène, en négligeant les effets liés au défaut de masse, à la force centrifuge et à la pression interne.

En appliquant ainsi ce principe holographique à notre globe terrestre idéal, nous pouvons modifier la figure 8.2 de la page 233 montrant comment généraliser la force de Casimir, en l'adaptant aux cas d'objets sphériques macroscopiques, comme par exemple la terre.

Fig. 8.9 : Force de Casimir généralisée (FCG) appliquée au cas de la terre



Ce schéma montre la transformation du principe géométrique de la force de Casimir « classique » à gauche en celui de la force de Casimir « généralisée » à droite.

Le premier miroir **A** devient la surface du globe terrestre alors que le deuxième miroir **A** se réduit à un point théorique qui est le centre de gravité du globe. C'est donc le rayon moyen terrestre que nous associerons à l'écart entre les deux miroirs de l'expérience de Casimir.

Les principes de ce schéma étant compris, il nous faut donc envisager un calcul similaire à celui du tableau 8.1 de la page 234 nous ayant permis de calculer la force de Casimir généralisée qui, appliquée à la surface d'un hadron, assure sa cohésion et le soustrait ainsi à l'expansion de l'espace.

## THÉORIE NR

L'équation de la ligne 8 de ce tableau, qui nous a donné la force de Casimir généralisée appliquée par l'espace en surface d'un proton, comportait quatre parties :

$$F_p = (2 \pi^2 \mu_\infty c^2) \left( \frac{C_{H+}}{3^5} \right) \left( \frac{C_{S0}}{C_{SN}} \right) \left( \frac{9}{2 \lambda_p} \right)^2 \quad (8.31)$$

1. Un groupe de paramètres  $2 \pi^2 \mu_\infty c^2$  caractéristique de la force de Casimir dans sa version généralisée en théorie NR.
2. Un rapport  $C_{H+} / 3^5$  régissant la jauge (ou densité de l'espace) en surface d'un hadron, calculée selon le principe de réduction fractale des hypervolumes (en phase positive dans le cas du proton objet de la ligne 8 du tableau 8.1)
3. Le facteur  $C_{S0}/C_{SN}$  prenant en compte l'effet de pointe, mais uniquement dans le cas du proton, cet effet étant compensé et donc absent pour ce qui concerne le neutron.
4. La formule  $(9 / 2\lambda_p)^2$  représentant le rapport entre la surface d'un hadron (considéré dans sa section efficace) et la puissance quatrième de l'épaisseur du niveau externe de son tracé régulateur, surface et épaisseur étant liées au même paramètre, le rayon d'un hadron pris dans sa section efficace.

Transposée au cas de notre globe terrestre idéal, cette approche de la force de Casimir dite *généralisée* (c'est-à-dire sphérique, et non parallélépipédique comme c'est le cas dans la conception historique de l'effet de Casimir) nous amène à concevoir une nouvelle équation destinée à calculer une troisième fois l'accélération de la pesanteur en surface de la terre :

$$g_T = (2 \pi^2 \mu_\infty c^2) \left( \frac{\nu(\text{si})}{u} \frac{Cf_T}{4} \right) \left( \frac{S_T}{H_T} \right) \quad (8.32)^1$$

---

1 A l'attention d'éventuels lecteurs praticiens de la physique théorique officielle, notons que cette équation peut également s'écrire sous cette forme simple, proche de l'équation classique de la force de Casimir, en remplaçant le paramètre  $\mu_\infty$  par  $hc$  et l'hypervolume  $H_T$  par la puissance quatrième du rayon moyen de la terre  $R_T$  :

$$g_T = (hc) \left( \frac{\nu(\text{si})}{u} Cf_T \right) \left( \frac{S_T}{R_T^4} \right) \quad (8.33)$$

## FORCES

**$g_T$**  = Accélération de la pesanteur en surface de la terre  
 **$\mu_\infty$**  = Perméabilité gravitationnelle du vide  
 **$c$**  = Vitesse de la lumière dans le vide  
 **$v$  (SI)** = Charge faible élémentaire  
 **$u$**  = Unité de masse atomique unifiée  
 **$C_{fT}$**  = Charge électromagnétique faible de la terre  
 **$S_T$**  = Surface de la terre  
 **$H_T$**  = Hypervolume de la terre

L'équation 8.32 se justifie ainsi :

1. Le terme  **$g_T$**  représente l'accélération de la pesanteur liée à la force de gravitation exercée par l'espace neutre sur l'ensemble de la surface de notre globe terrestre idéal. Sa valeur moyenne a été fixée expérimentalement et est égale à **9,80665 m/s<sup>2</sup>** (valeur conventionnelle de  **$g$**  définie par la troisième conférence générale des poids et mesures de 1901).
2. Le groupe de paramètres ( **$2 \pi^2 \mu_\infty c^2$** ) est inchangé et conservé tel qu'il apparaît dans l'équation 8.21 relative à la force de Casimir généralisée en surface du proton ou du neutron. Les coefficients  **$\mu_\infty$**  (lié à la constante de Planck  **$h$** ) et  **$c$**  sont des constantes fondamentales de la physique.
3. Le rapport  **$v/u$**  transforme une masse en une charge électromagnétique faible. Dans cette équation, ce rapport représente la masse unitaire d'un kilogramme qui nous permet, comme dans la précédente approche de l'accélération de la pesanteur en surface de la terre, de présenter ce qui est en réalité l'équation d'une force sous la forme d'un calcul d'accélération.
4. La variable  **$C_{fT}$**  représente la *charge faible de la terre*. Elle caractérise l'intensité de la force électromagnétique faible (TNR) en surface de la terre, et résulte de la formule suivante :

$$C_{fT} = \frac{M_T}{u} \frac{v(SI)}{C_{v0}} \quad (8.34)$$

**$C_{fT}$**  = Charge faible de la terre  
 **$M_T$**  = Masse de la terre  
 **$u$**  = Unité de masse atomique unifiée  
 **$v$  (SI)** = Charge faible élémentaire exprimée en coulomb (SI)  
 **$C_{v0}$**  = Coefficient TNR affecté aux volumes en phase neutralisée

# THÉORIE NR

Cette égalité convertit la masse de la terre  $M_T$  en une *charge électromagnétique faible*  $Cf_T$  — toujours négative puisque l'espace en phase neutralisée est caractérisé par un angle solide légèrement inférieur à celui de l'espace en phase neutre dodécaédrique — qui se manifeste en surface de l'objet massif sphérique qu'elle caractérise, illustrant ainsi le principe holographique. Son quantum  $v$  (SI) est ici exprimé dans le système international d'unités (SI). L'équation aux dimensions de  $Cf_T$  est :  $IT$  (SI) et  $S^2 S^{-2} = 1$  (TNR).

5. La surface terrestre  $S_T$  et l'hypervolume de la terre  $H_T$  sont calculés à partir du paramètre  $R_T$  issu de mesures expérimentales des caractéristiques de la terre. Sa valeur moyenne, établie d'après un modèle sphérique, est d'environ **6 371 km**.

Le tableau suivant nous donne la résolution de l'équation 8.32, troisième approche — selon le principe holographique — de l'accélération de la pesanteur en surface de la terre, ainsi que la vérification de l'équivalence avec l'équation 8.33 :

Tab. 8.11 : Force de Casimir généralisée (principe holographique - cas de la terre)

Accélération de la pesanteur en surface de la terre (Casimir)						
n°	Donnée	Symb.	Formule	Valeur	u (SI)	d (TNR)
1	Perméabilité gravitationnelle du vide (TNR)	$\mu_v$	par définition (TNR)	2,21021904E-42	m kg	$L^2 T^{-1}$
2	Vitesse de la lumière dans le vide	c	expérimentale	2,99792458E+08	m s <sup>-1</sup>	$L T^{-1}$
3	Charge élémentaire en stéradian (TNR)	e (TNR)	Voir calcul charges élémentaires	5,51285598E-01	sr	$L^2 L^{-2}$
4	Charge élémentaire en coulomb (SI)	e (SI)	par définition	1,60200000E-19	A s	1
5	Charge faible en stéradian (TNR)	v (TNR)	Voir calcul charges élémentaires	0,0297176337	sr	$L^2 L^{-2}$
6	Charge faible en coulomb (SI)	v (SI)	$v$ (SI) = $v$ (e (TNR) x e (SI))	8,63575055E-21	A s	1
7	Unité de masse atomique	u	par définition	1,66053892E-27	kg	$L T^{-1}$
8	Masse de la terre	$M_T$	expérimentale	5,97360000E+24	kg	$L T^{-1}$
9	Rayon moyen de la terre	$R_T$	expérimental	6,37100000E+06	m	$L$
10	Coefficient applicable aux volumes neutralisés	$C_{v0}$	Voir calculs tracé régulateur	1,0135424174	1	1
11	Constante de Planck (unité joules)	h	Expérimentale	6,62607000E-34	m <sup>2</sup> kg s <sup>-1</sup>	$L^2 T^{-2}$
12	Charge faible en surface de la terre (coulomb)	$Cf_T$	$Cf_T = \frac{M_T}{u} \frac{v[SI]}{C_{v0}}$	3,06510417E+31	C	1
13	Surface de la terre	$S_T$	$S_T = 4 \pi R_T^2$	5,10064472E+14	m <sup>2</sup>	$L^2$
14	Hypervolume de la terre	$H_T$	$H_T = \frac{1}{2} \pi^2 R_T^3$	8,13018017E+27	m <sup>3</sup>	$L^3$
15	Accélération de la pesanteur terrestre (calculée)	$g_{TC}$	$g_T = (2 \pi^2 \mu_v c^2) \left( \frac{v[SI]}{4 u} Cf_T \right) \frac{S_T}{H_T}$	9,8031950841	m s <sup>-2</sup>	$L T^{-2}$
16	Variante en physique officielle (calculée)	$g_{TC}$	$g_T = (hc) \left( \frac{v[SI]}{u} Cf_T \right) \frac{S_T}{R_T^3}$	9,8031950841	m s <sup>-2</sup>	$L T^{-2}$
17	Accélération de la pesanteur terrestre (mesurée)	$g_{TM}$	expérimentale	9,8066500000	m s <sup>-2</sup>	$L T^{-2}$
18	Différence $g_{TM} - g_{TC}$ (valeur absolue)	$\Delta$	$\Delta =  g_{TM} - g_{TC} $	0,0034549159	m s <sup>-2</sup>	$L T^{-2}$
19	Pourcentage différence	% $\Delta$	% $\Delta = 100 \frac{\Delta}{g_{TM}}$	0,0352303376	%	%

**Résultat 33** : Ce troisième résultat s'éloigne de seulement **0,35 %** de la valeur recherchée, ce qui est relativement étonnant, premièrement parce que notre terre idéale est un objet purement mathématique, intervenant dans ce que les physiciens appellent une « expérience de pensée », ensuite parce que les caractéristiques de la vraie terre retenues ici sont des valeurs moyennes, négligeant le relief, la force centrifuge, le défaut de masse, ainsi que la pression interne du globe terrestre.

# FORCES

Vérifions que le calcul que nous venons de faire avec l'exemple de la terre fonctionne d'une manière similaire dans le cas de la lune, ce qui est l'objet du tableau ci-dessous :

Tab. 8.12 : Force de Casimir généralisée (principe holographique - cas de la lune)

Accélération de la pesanteur en surface de la lune (Casimir)						
n°	Donnée	Symb.	Formule	Valeur	u (SI)	d (TNR)
1	Perméabilité gravitationnelle du vide (TNR)	$\mu_v$	par définition (TNR)	2,21021904E-42	m kg	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>
2	Vitesse de la lumière dans le vide	c	expérimentale	2,99792458E+08	m s <sup>-1</sup>	L T <sup>-1</sup>
3	Charge élémentaire en stéradian (TNR)	e (TNR)	Voir calcul charges élémentaires	5,51285598E-01	sr	L <sup>2</sup> L <sup>-2</sup>
4	Charge élémentaire en coulomb (SI)	e (SI)	par définition	1,60200000E-19	A s	1
5	Charge faible en stéradian (TNR)	v (TNR)	Voir calcul charges élémentaires	0,0297176337	sr	L <sup>2</sup> L <sup>-2</sup>
6	Charge faible en coulomb (SI)	v (SI)	v (SI) = v(e (TNR) x e (SI))	8,63575055E-21	A s	1
7	Unité de masse atomique	u	par définition	1,66053892E-27	kg	L T <sup>-1</sup>
8	Masse de la lune	M <sub>L</sub>	expérimentale	7,34770000E+22	kg	L T <sup>-1</sup>
9	Rayon moyen de la lune	R <sub>L</sub>	expérimental	1,73600000E+06	m	L
10	Coefficient applicable aux volumes neutralisés	C <sub>v0</sub>	Voir calculs tracé régulateur	1,0135424174	1	1
11	Constante de Planck (unité joules)	h	Expérimentale	6,62607000E-34	m <sup>2</sup> kg s <sup>-1</sup>	L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>
12	Charge faible en surface de la lune (coulomb)	C <sub>f</sub>	$C_f = \frac{M_L v_{SI}}{C_{v0}}$	3,77016639E+29	C	1
13	Surface de la lune	S <sub>L</sub>	$S_L = 4 \pi R_L^2$	3,78712209E+13	m <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>
14	Hypervolume de la lune	H <sub>L</sub>	$H_L = \frac{1}{2} \pi^2 R_L^3$	4,48196678E+25	m <sup>3</sup>	L <sup>3</sup>
15	Accélération de la pesanteur lunaire (calculée)	g <sub>LC</sub>	$g_{LC} =  2 \pi^2 \mu_v c^2  \left( \frac{v_{SI}}{4 u} C_f \right) \frac{S_L}{H_L}$	1,6240473662	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
16	Variante en physique officielle (calculée)	g <sub>LC</sub>	$g_{LC} = (hc) \left( \frac{v_{SI}}{u} C_f \right) \frac{S_L}{R_L^3}$	1,6240473662	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
17	Accélération de la pesanteur lunaire (mesurée)	g <sub>LM</sub>	expérimentale	1,6220000000	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
18	Différence g <sub>LM</sub> - g <sub>LC</sub> (valeur absolue)	Δ	$\Delta =  g_{LM} - g_{LC} $	0,0020473662	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
19	Pourcentage différence	% Δ	$\% \Delta = 100 \frac{\Delta}{g_{LM}}$	0,1262247950	%	%

**Résultat 34** : Le résultat est supérieur à la valeur recherchée de **1,26 %**, écart satisfaisant — de seulement **0,0020** en *valeur absolue*, contre **0,0034** dans le cas de la terre — bien que **3,6** fois supérieur en *pourcentage* à celui apparu dans le cas de la terre.

Le principe holographique que nous avons adopté transfère en surface le concept initialement défini en volume de masse d'un corps sphérique. Mais le principe fondateur de la théorie NR stipule lui que les notions de zéro et d'infini n'ont pas de signification physique réelle.

Il nous faut donc rechercher quelle est « l'épaisseur » de la surface d'un corps sphérique massif à partir de laquelle la charge faible se diffuse dans l'espace environnant. L'équation ci-dessous nous donne la *surface holographique élémentaire*, soit celle d'un cercle unitaire associé à une unique charge faible élémentaire, dont le diamètre sera par définition celui de l'*épaisseur de la surface holographique* :

$$S_H = \left( \frac{\pi}{2 \sqrt{3}} \right) (4 \pi R^2) \left( \frac{M v}{u} \right)^{-1} \quad (8.35)$$

# THÉORIE NR

- S<sub>H</sub>** = Surface holographique élémentaire  
**R** = Rayon du corps sphérique massif  
**M** = Masse du corps sphérique en kilo  
**u** = Unité de masse atomique  
**v** = Charge faible élémentaire (TNR)

Calcul de l'épaisseur de la surface holographique :

1. L'idée est d'associer à chaque charge faible unitaire transférée en surface une sphère élémentaire dont le diamètre sera par définition égal à l'épaisseur recherchée. C'est pourquoi il est fait usage du coefficient  $\pi/2\sqrt{3}$  caractéristique de l'empilement compact de cercles dans un plan, correspondant à une densité surfacique voisine de 90 %. L'épaisseur recherchée étant négligeable par rapport au rayon du corps massif envisagé, la courbure de la surface est négligée et considérée comme nulle.
2. La surface **S** ( $=4\pi R^2$ ) est ensuite divisée par la masse **M**, convertie en nombre de charges faibles élémentaires, selon le principe que nous avons utilisé pour la transformation de l'équation de Coulomb en équation de la gravitation.
3. Au final, nous obtenons la surface du cercle associé à une charge faible élémentaire, et nous en déduisons le diamètre de la sphère unitaire qui possède ce cercle pour équateur.

Tab. 8.13 : Calcul des épaisseurs des surfaces holographiques (terre et lune)

Épaisseurs des surfaces holographiques de la terre et de la lune						
n°	Donnée	Symb.	Formule	Valeur	u (SI)	d (TNR)
1	Rayon moyen de la terre	R <sub>T</sub>	expérimental	6,37100000E+06	m	L
2	Rayon moyen de la lune	R <sub>L</sub>	expérimental	1,73600000E+06	m	L
3	Masse de la terre	M <sub>T</sub>	expérimentale	5,97360000E+24	kg	L T <sup>-3</sup>
4	Masse de la lune	M <sub>L</sub>	expérimentale	7,34770000E+22	kg	L T <sup>-3</sup>
5	Charge faible en coulomb (SI)	V (SI)	V (SI) = v(e) (TNR) x e (SI)	8,63575055E-21	A s	1
6	Unité de masse atomique	u	par définition	1,66053892E-27	kg	L T <sup>-3</sup>
7	Accélération de la pesanteur terrestre (mesurée)	g <sub>TM</sub>	expérimentale	9,8066500000	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
8	Accélération de la pesanteur lunaire (mesurée)	g <sub>LM</sub>	expérimentale	1,6220000000	m s <sup>-2</sup>	L T <sup>-2</sup>
9	Rapport des accélérations de la pesanteur lune/terre	R <sub>B (L/T)</sub>	R <sub>B (L/T)</sub> = g <sub>LM</sub> / g <sub>TM</sub>	0,1653979697	1	1
10	Surface holographique élémentaire de la terre	S <sub>H (T)</sub>	$E_{P(T)} = \left( \frac{-\pi}{2\sqrt{3}} \right) \left[ 4 \pi R_T^2 \right] \left( \frac{M_T v^{-1}}{u} \right)^{-1}$	1,489008428E-17	m <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>
11	Surface holographique élémentaire de la lune	S <sub>H (L)</sub>	$E_{P(L)} = \left( \frac{-\pi}{2\sqrt{3}} \right) \left[ 4 \pi R_L^2 \right] \left( \frac{M_L v^{-1}}{u} \right)^{-1}$	8,988063034E-17	m <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>
12	Rapport des surfaces élémentaires terre / lune	R <sub>E (TL)</sub>	R <sub>E (TL)</sub> = E <sub>P(T)</sub> / E <sub>P(L)</sub>	0,1656651074	1	1
13	Constante de la surface holographique (S <sub>H</sub> x g)	K <sub>SH</sub>	$K_{SH} = \frac{8 \pi^2}{\sqrt{3}} \frac{dE_{P(L)}}{C_{T \rightarrow P} u}$	1,45970401E-16	m <sup>3</sup> s <sup>-2</sup>	L <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>
14	Épaisseur de la surface holographique de la terre	E <sub>P (T)</sub>	$E_{P(T)} = 2 \sqrt{\frac{S_{H(T)}}{4 \pi}}$	2,17707626E-09	m	L
15	Épaisseur de la surface holographique de la lune	E <sub>P (L)</sub>	$E_{P(L)} = 2 \sqrt{\frac{S_{H(L)}}{4 \pi}}$	5,34882167E-09	m	L

Les lignes 9 et 12 du tableau nous montrent que la surface holographique unitaire varie en raison inverse de l'accélération de la pesanteur, ce qui permet de définir à la ligne 13 la constante **K<sub>SH</sub>** ayant la dimension d'une action, obtenue en multipliant l'équation de **S<sub>H</sub>** (lignes 10 et 11 ci-dessus) par celle de **g** (lignes 16 des tableaux 8.8 et 8.9), le produit (**S<sub>H</sub> x g**) étant constant.

## FORCES

Les deux dernières lignes nous donnent les épaisseurs recherchées, dont l'ordre de grandeur est celui de la norme  $N^{12}$  de la théorie NR ( $3,17551588.10^{-9}m$ ), échelle de la chimie moléculaire.

### **La gravitation à la manière d'Albert Einstein**

Après avoir rendu successivement hommage à *Isaac Newton* (1643-1727), *Charles-Augustin Coulomb* (1736-1806) et *Hendrik Casimir* (1909-2000), impossible de poursuivre notre recherche sur la nature profonde de la force d'attraction gravitationnelle sans évoquer le travail d'*Albert Einstein* (1879-1955) qui a radicalement transformé notre vision du sujet en substituant au concept de *force* celui de *courbure de l'espace*, notion faisant appel à des pratiques mathématiques ardues caractéristiques des géométries non euclidiennes, et c'est ici que l'affaire se complique considérablement. Si nombreux sont ceux qui connaissent, au moins de vue, la célèbre équation  $E=mc^2$  — sans nécessairement en comprendre la signification profonde, le concept de carré d'une vitesse étant passablement obscur même pour beaucoup de praticiens des sciences — celle décrivant comment la matière et l'énergie modifient la géométrie de l'espace-temps dans le cadre de la théorie de la relativité générale, publiée le 25 octobre 1915, reste une affaire de spécialistes. Certains physiciens font même montre d'une passion irrépensible pour cet objet mathématique, comme l'illustre cette célèbre photographie (dans le cénacle des physiciens) :

Fig. 8.10 : Équation du champ gravitationnel d'Einstein



## THÉORIE NR

Elle se présente donc sous cette forme :

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \Lambda g_{\mu\nu} = k T_{\mu\nu} \quad \text{avec} \quad k = \frac{8\pi G}{c^4} \quad (8.36)$$

Selon l'encyclopédie en ligne WIKIPÉDIA<sup>1</sup>,

**L'équation d'Einstein** est l'équation fondamentale de la relativité générale. Elle généralise l'équation de Poisson, forme locale de la loi de Newton. Elle consiste en une équation tensorielle, qui relie deux tenseurs — le tenseur d'Einstein et le tenseur énergie-impulsion — dont elle exprime la proportionnalité. Elle représente un ensemble d'équations différentielles aux dérivées partielles hautement non-linéaires du second ordre.

Les lecteurs qui souhaiteraient en savoir plus sur la notion mathématique de *tenseur* pourront regarder la vidéo suivante (niveau fin de lycée / début d'études post-bac selon l'auteur) :

<https://www.youtube.com/watch?v=zPRbbM4KJBY>.

En ce qui nous concerne, l'appareillage mathématique utilisé pour soutenir le présent exposé ne dépassant pas l'usage du théorème de Pythagore et des fonctions trigonométriques, il nous faut donc renoncer à la recherche de ce que pourrait être un pendant de l'équation d'Einstein en appliquant les principes de la théorie NR.

En effet, toujours selon l'encyclopédie en ligne WIKIPÉDIA :

L'équation d'Einstein est une équation dans l'espace des tenseurs (covariants) symétriques de degré 2 sur une variété de dimension 4. Elle peut donc s'exprimer à l'aide de  $(4 \cdot 5) / 2 = 10$  équations scalaires une fois qu'un système de coordonnées locales a été choisi. Par ailleurs, la première identité de Bianchi, qui est une équation dans l'espace des formes à valeurs vectorielles, peut s'exprimer à l'aide de 4 équations scalaires dans ce même système. L'équation d'Einstein comporte donc  $10 - 4 = 6$  équations indépendantes. [...] En raison du caractère hautement non linéaire des équations, il n'existe pas de solution analytique générale pour une distribution quelconque de matière. Il n'existe que des solutions particulières pour des espaces-temps dotés de symétries ou des champs gravitationnels *faibles*. *Il n'existe pas de solution complète connue pour un espace-temps constitué de deux corps massifs (correspondant au modèle théorique d'un système binaire de deux étoiles par exemple). Cependant, des approximations sont généralement faites dans ces cas.*

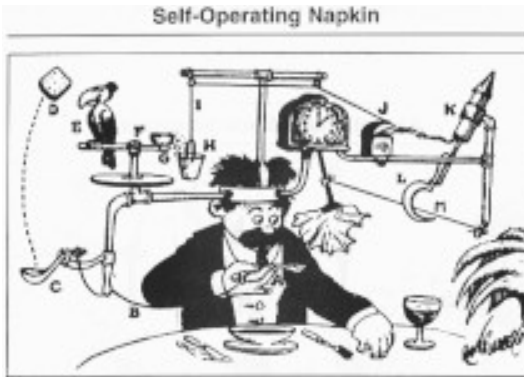
---

1 Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Équation\\_d'Einstein](https://fr.wikipedia.org/wiki/Équation_d'Einstein)

## FORCES

Confirmation donc que l'affaire est très complexe. Les profanes pourront dédaigneusement qualifier l'équation d'Einstein du champ gravitationnel de « *Machine de Rube Goldberg*<sup>2</sup> », puisque même un problème en apparence aussi simple que celui d'un système binaire de deux corps massifs ne trouve pas de solution complète et les artistes de « *Vénus aux tiroirs* » en raison du grand nombre d'équations cachées au sein des différents tenseurs.

Fig. 8.11 : *Machine de Rube Goldberg* – Fig. 8.12 : *Vénus aux tiroirs* de Salvador Dali



Pour ne pas rester sur une désagréable impression d'insatisfaction, regardons tout de même l'équation d'Einstein du point de vue de ses dimensions dans le système international d'unités (SI). Toujours selon l'encyclopédie en ligne WIKIPÉDIA :

$R_{\mu\nu}$  = tenseur de Ricci (*dimension* :  $L^{-2}$ )  
 $R$  = courbure scalaire (*dimension* :  $L^{-2}$ )  
 $g_{\mu\nu}$  = tenseur métrique de signature (+,-,-,-) (*sans dimension*)  
 $\Lambda$  = constante cosmologique (*dimension* :  $L^{-2}$ )  
 $T_{\mu\nu}$  = tenseur énergie-impulsion (*dimension* : énergie / volume  $M L^{-1} T^{-2}$ )  
 $k$  = constante gravitationnelle d'Einstein : (*dimension* : inverse d'une force  $M^{-1} L^{-1} T^2$ )

Les trois termes de gauche de l'équation d'Einstein ont donc la dimension  $L^{-2}$ , inverse d'une surface. A droite, on trouve  $(M L^{-1} T^{-2}) \times (M^{-1} L^{-1} T^2)$ , soit également  $L^{-2}$ , ce qui est en physique la dimension d'une *fluence*, soit le *nombre de traversée par unité de surface*. Ceci a tout à fait l'air d'une ouverture vers une théorie quantique de la gravitation ! Malheureusement, Albert Einstein a recherché jusqu'à la fin de sa vie cette unification, sans succès.

2 Voir WIKIPÉDIA : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine\\_de\\_Rube\\_Goldberg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_de_Rube_Goldberg)