

Errata

du livre

RELATIVITÉ RESTREINTE DES PARTICULES À L'ASTROPHYSIQUE

— 1^{er} tirage —

<http://relativite.obspm.fr>

21.10.2012

NB : Cet errata ne concerne que le premier tirage du livre, c'est-à-dire celui qui porte sur la dernière page la mention

Cet ouvrage a été imprimé
en avril 2010 par
CPI
FIRMIN-DIDOT
27650 Mesnil-sur-l'Estrée
N° d'impression : 99756
Dépôt légal : mai 2010

-
- p. 11, Éq. (1.20) : la mention *base ortho.* doit se trouver à l'extérieur du cadre, de sorte à avoir

$$\vec{u} \cdot \vec{v} = \eta_{\alpha\beta} u^\alpha v^\beta = -u^0 v^0 + u^1 v^1 + u^2 v^2 + u^3 v^3. \quad \text{base ortho.}$$

- p. 14, 4^e ligne avant la fin : remplacer *sont symétriques par engendrent des droites symétriques*
- p. 22, 6^e ligne sous l'Éq. (1.41) : remplacer

Il s'agit à présent de montrer qu'elle est également surjective, pour établir qu'il s'agit d'une bijection entre E et E^ . Soient ω une forme linéaire sur E et $(\vec{e}_0, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3)$ une base de E*

par

Comme E et E^ sont des espaces vectoriels de même dimension, on en conclut que Φ_g est en fait bijective. Tout élément ω de E^* a donc un unique antécédent, que l'on peut rendre explicite comme suit. Soit $(\vec{e}_0, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3)$ une base de E*

- p. 23, 1^{re} ligne : supprimer *et achève la démonstration de la bijectivité de Φ_g .*
- p. 43, 2^e ligne sous l'Éq. (2.23) : remplacer *De même, (2.22) par De même, (2.21).*
- p. 43, 1^{re} ligne au dessus de l'Éq. (2.24) : remplacer *dans (2.22) par dans (2.21).*
- p. 47, 3^e ligne : remplacer *C'est en fait par C'est en fait.*
- p. 56, 6^e ligne : remplacer *voyagé d'est en ouest par voyagé d'ouest en est.*
- p. 89, 2^e ligne au dessus de l'Éq. (3.53) : remplacer *En utilisant (3.48) sous la forme par En étendant la définition (3.48) du produit vectoriel \times_u à E tout entier par.*
- p. 91, 5^e ligne au dessus de l'Éq. (3.59) : remplacer $-\Omega^\beta_\alpha$ par Ω^β_α .
- p. 91, changer l'Éq. (3.59) afin qu'elle devienne

$$\underline{\Omega}_{FW} = ca(\underline{e}_1 \otimes \underline{e}_0 - \underline{e}_0 \otimes \underline{e}_1)$$

- p. 107, 2^e ligne de l'exemple 2 : remplacer *jumeaux par jumeau.*
- p. 127, 4^e ligne du 1^{er} paragraphe : remplacer *quelque par quel.*
- p. 132, 4^e ligne : remplacer *ou plus petites par ou plus grandes.*
- p. 140, Eq. (5.16) : supprimer le deuxième Γ_0 , de manière à ce que l'équation devienne

$$\overrightarrow{OB'} = \frac{\ell'}{\Gamma_0} \vec{e} + \frac{U\ell'}{c} \vec{u}'.$$

- p. 140, dernière ligne : supprimer le facteur Γ_0 , de manière à ce que la formule devienne $\alpha = U\ell'/c$.
- p. 149, 4^e ligne : remplacer *sous-espace par hyperplan.*
- p. 150, 3^e ligne sous l'Éq. (5.55) : changer la formule $\Delta t = 2\ell/(c_2 - c_1)$ en $\Delta t = 2\ell/c_2 - 2\ell/c_1$.
- p. 152, 1^{re} ligne sous l'Éq. (5.59) : remplacer *De (5.57) par De (5.58).*
- p. 155, 4^e ligne au dessus de l'Éq. (5.68) : remplacer *par rapport à l'émetteur par par rapport au récepteur.*
- p. 158 : l'Éq. (5.74) doit devenir

$$\vec{\ell} = \lambda \vec{\ell}'$$

- p. 166, 6^e ligne du second paragraphe : remplacer *Π étant le plan orthogonal à \mathcal{S} par Π étant le plan tangent à \mathcal{S} .*
- p. 168, 4^e ligne de la note historique : remplacer *plus ou moins explicitement par plus ou moins implicitement.*
- p. 171, 5^e ligne : remplacer *Fig. 21.4 par Fig. 5.16.*
- p. 183, 2^e ligne au dessus de l'Éq. (6.27) : remplacer *isomorphisme par automorphisme.*
- p. 204, 1^{re} ligne en dessous de l'Éq. (6.82) : remplacer *limité par limite.*
- p. 204, 5^e ligne dans la Remarque en bas de la page : remplacer *deuxième ligne par troisième ligne.*

- p. 214, 1^{re} ligne au dessus de l'Éq. (6.109) : remplacer *données par (6.102) et (6.102) par données au dessus de l'Éq. (6.102)*.
- p. 220, 4^e ligne avant la fin de la note historique : remplacer *Henry P. Stapp en 1956* par *Henry P. Stapp*.
- p. 225, 17^e ligne : remplacer *vu au § 6.5.2* par *vu au § 6.5.1*.
- p. 229 : l'équation en bas de page doit devenir

$$(\eta L)^\alpha_\beta = \begin{pmatrix} 0 & -k_1 & -k_2 & -k_3 \\ k_1 & 0 & -j_3 & j_2 \\ k_2 & j_3 & 0 & -j_1 \\ k_3 & -j_2 & j_1 & 0 \end{pmatrix}.$$

- p. 230, 1^{re} ligne en dessous de l'Éq. (7.14) : remplacer *colonne* par *ligne*.
- p. 240, Éq. (7.43) : remplacer \mathbf{J}_6 par \mathbf{J}_3 .
- p. 250, 3^e ligne de l'Exercice 1 : remplacer *la matrice de R* par *la matrice de \mathbf{R}* .
- p. 253, avant-dernière ligne : remplacer *par \mathcal{H}* par *par \mathcal{H}^{-1}* .
- p. 277, 5^e ligne en dessous de l'Éq. (9.7) : remplacer *ey* par *et*.
- p. 303, 4^e ligne avant la fin de la page : remplacer *dans laquelle U est remplacé par $-V$* par *dans laquelle U est remplacé par $-V$, θ par $\pi - \chi$ et θ' par $\pi - \theta_1$* .
- p. 322, 3^e ligne dans la Remarque 2 : remplacer *confortons* par *conformons*.
- p. 324, 2^e ligne au dessus de l'Éq. (10.11) : remplacer $\epsilon(\vec{\mathbf{u}}_0, \vec{\mathbf{u}}_0, \vec{\mathbf{P}}, \dots)$ par $\bar{\epsilon}(\vec{\mathbf{u}}_0, \vec{\mathbf{u}}_0, \vec{\mathbf{P}}, \dots)$.
- p. 330, Éq. (10.32) et 3^e ligne de la page suivante : remplacer G'_O par G_O .
- pp. 340 et 341 : remplacer systématiquement tous les symboles ϵ par $\bar{\epsilon}$.
- p. 343 : 2^e ligne au dessus de l'Éq. (10.73) : remplacer *de décomposer* par *et de décomposer*
- p. 345 : dans l'équation non numérotée entre les Éqs. (10.77) et (10.78), le second $d\vec{\mathbf{u}}/d\tau$ doit être remplacé par $d\vec{\mathbf{s}}/d\tau$, de manière à ce que l'équation devienne

$$\frac{d\mathbf{S}}{d\tau} = \epsilon\left(\frac{d\vec{\mathbf{u}}}{d\tau}, \vec{\mathbf{s}}, \dots\right) + \epsilon\left(\vec{\mathbf{u}}, \frac{d\vec{\mathbf{s}}}{d\tau}, \dots\right) = c\epsilon(\vec{\mathbf{a}}, \vec{\mathbf{s}}, \dots) + \epsilon\left(\vec{\mathbf{u}}, \frac{d\vec{\mathbf{s}}}{d\tau}, \dots\right)$$

- p. 346 : dans l'équation non numérotée entre les Éqs. (10.81) et (10.82), supprimer le facteur c^{-1} , de manière à ce que l'équation devienne

$$0 = \frac{d}{d\tau}(\vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{s}}) = \frac{d\vec{\mathbf{u}}}{d\tau} \cdot \vec{\mathbf{s}} + \vec{\mathbf{u}} \cdot \frac{d\vec{\mathbf{s}}}{d\tau} = c\vec{\mathbf{a}} \cdot \vec{\mathbf{s}} + \underbrace{\vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{C}}}_0 + \lambda \underbrace{\vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{u}}}_{-1}$$

- p. 347, 2^e ligne sous l'Éq. (10.89) : entre *au Chap. 17* et *Ainsi, compte tenu de*, insérer la phrase *Elle vérifie $\langle \mathbf{f}, \vec{\mathbf{u}} \rangle = 0$, par antisymétrie de \mathbf{F} , ce qui assure la nullité du terme $dm/d\tau$ dans (9.110) [cf. (9.111)]*.
- p. 351, 3^e ligne du § 11.1.3 : remplacer *de ligne d'univers* par *de la ligne d'univers*.

- p. 352, Éq. (11.10) et p. 368, Éq. (11.89) : remplacer $\forall \mu \in \mathbb{R}$ par $\forall \mu > 0$.
- p. 363, Éq. (11.64) : supprimer le $, j$ de manière à ce que l'équation devienne

$$\sigma_O^i = \text{const}, \quad i \in \{1, 2, 3\}$$

- p. 369, 3^e ligne du § 11.3.3 : remplacer *il y en fait* par *il y a en fait*.
- p. 371, 4^e ligne au dessus de l'Éq. (11.99) : l'équation doit s'écrire $v^2 := -\vec{v} \cdot \vec{v} = -g_{\alpha\beta} \dot{x}^\alpha \dot{x}^\beta$ (il manque un signe $-$ après chaque signe $=$).
- p. 382, 4^e ligne au dessus de l'Éq. (12.10) : remplacer $|a^1(t)| > a$ par $|a^1(t)| \geq a$.
- p. 386, 1^{re} ligne sous l'Éq. (12.19) : remplacer $t = 0$ par $t_* = 0$.
- p. 386, 3^e ligne avant la fin : remplacer *de la 4-accélération de \mathcal{O}_** par *de la 4-accélération de \mathcal{O}* .
- p. 390, 5^e ligne au dessus de l'Éq. (12.25) : remplacer $t_* \neq 0$ par $t_* = \alpha \neq 0$.
- p. 390, 3^e ligne au dessus de l'Éq. (12.25) : remplacer $x_*^{\text{em}} + ct_*^{\text{em}} > -a^{-1}$ par $x_*^{\text{em}} - ct_*^{\text{em}} > -a^{-1}$.
- p. 392, 2^e ligne au dessus de l'Éq. (12.33) : remplacer $x = x'_* \leq a^{-1}$ par $x = x'_* \leq -a^{-1}$.
- p. 402, 5^e ligne au dessus de l'Éq. (12.59) : remplacer *suivante* par *suisvant*.
- p. 402, 2^e ligne au dessus de l'Éq. (12.59) : remplacer *Fig. 3.2.2* par *Fig. 12.12*.
- p. 403, 3^e ligne du dernier paragraphe : remplacer *Fig. 3.2.2* par *Fig. 12.12*.
- p. 404, 5^e ligne au dessus de l'Éq. (12.63) : supprimer (*resp. $t = T$*).
- p. 404, Éq. (12.63) : introduire un facteur a^{-1} devant le \cosh , de sorte que l'équation devienne

$$\overrightarrow{A_1 B} = a^{-1} \sinh(acT) \vec{e}_0^* + [x_0 + a^{-1} - a^{-1} \cosh(acT)] \vec{e}_1^*.$$

- p. 405, 3^e ligne avant la fin : remplacer *introduites* par *introduite*.
- p. 408 : dans l'équation non numérotée entre les Éqs. (12.69) et (12.70), il manque un signe $=$ dans la seconde ligne ; l'écriture correcte est

$$\begin{aligned} E_{\text{rec}} &= -E_{\text{em}} (\vec{e}_0^* \pm \vec{e}_1^*) \cdot [\cosh(act_{\text{rec}}) \vec{e}_0^* + \sinh(act_{\text{rec}}) \vec{e}_1^*] \\ &= -E_{\text{em}} [-\cosh(act_{\text{rec}}) \pm \sinh(act_{\text{rec}})] = E_{\text{em}} e^{\pm act_{\text{rec}}} \end{aligned}$$

- p. 428, 3^e ligne sous l'Éq. (13.5) : remplacer *que celui de \mathcal{O}_** par *que celui de \mathcal{O}* .
- p. 433, Éq. (13.26) : remplacer $\epsilon(\vec{u}, \vec{\omega}, \vec{n}, \cdot)$ par $\vec{\epsilon}(\vec{u}, \vec{\omega}, \vec{n}, \cdot)$.
- p. 433, Éq. (13.27) : remplacer $\epsilon(\vec{u}', \vec{\omega}, \vec{e}'_1, \cdot)$ par $\vec{\epsilon}(\vec{u}', \vec{\omega}, \vec{e}'_1, \cdot)$.
- p. 433, 1^{re} ligne sous l'Éq. (13.27) : remplacer *En comparant avec* par *En calculant de même $d\vec{e}'_2/dt'$ (cf. remarque ci-dessous) et en comparant avec*.
- p. 497 : l'Éq. (15.18) doit s'écrire

$$g_{\alpha\beta}(M) = \begin{pmatrix} -1 + \omega^2 r^2 \sin^2 \theta & 0 & 0 & \omega r^2 \sin^2 \theta \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r^2 & 0 \\ \omega r^2 \sin^2 \theta & 0 & 0 & r^2 \sin^2 \theta \end{pmatrix}.$$

- p. 502, 2^e ligne : remplacer *Si \vec{v} est un champ tensoriel* par *Si \vec{v} est un champ vectoriel*.
- p. 509, équation non numérotée entre (15.67) et (15.68) : remplacer le A^μ dans la deuxième ligne par A_μ , de manière à ce que l'équation devienne

$$\begin{aligned} (dA)_{\alpha\beta} &= \frac{\partial A_\beta}{\partial x^\alpha} - \Gamma^\mu{}_{\beta\alpha} A_\mu - \left(\frac{\partial A_\alpha}{\partial x^\beta} - \Gamma^\mu{}_{\alpha\beta} A_\mu \right) \\ &= \frac{\partial A_\beta}{\partial x^\alpha} - \frac{\partial A_\alpha}{\partial x^\beta} + \underbrace{(\Gamma^\mu{}_{\alpha\beta} - \Gamma^\mu{}_{\beta\alpha})}_0 A_\mu. \end{aligned}$$

- p. 510, 1^{re} ligne sous l'Éq. (15.73) : remplacer *La deuxième égalité* par *La troisième égalité*.
- p. 517, 1^{re} ligne au dessus de l'Éq. (16.7) : remplacer $(\det J)^2$ par J^2 , de sorte que l'équation devienne $\det g' = (\det P)^2 \det g = J^2 \det g$.
- p. 518, 1^{re} ligne : remplacer *où est (x^α) un système* par *où (x^α) est un système*.
- p. 518, équation non numérotée à la 12^e ligne et Éq. (16.30), (16.36), (16.46) et (16.47) : remplacer $\sqrt{-g}$ par $\sqrt{-\det g}$.
- p. 527, équation non numérotée entre les Éqs. (16.35) et (16.36) : remplacer dV par dU .
- p. 527, 7^e ligne du dernier paragraphe : remplacer *du choix de la base orthonormale de Π^\perp* par *du choix de la base orthonormale de Π^\perp , pour peu que celle-ci ait la même orientation que (\vec{n}, \vec{s})* .
- p. 527, 10^e ligne du dernier paragraphe : remplacer *Ce dernier étant un plan du genre temps, il s'agit forcément d'une transformation de Lorentz spéciale (cf. § 6.3.4)* par *Si l'orientation des bases est préservée, il ne peut s'agir que d'une transformation de Lorentz spéciale, puisque Π^\perp est un plan du genre temps (cf. § 6.3.4)*.
- p. 528, 3^e ligne : remplacer *D'après la définition (16.28)* par *D'après la définition (16.34)*.
- p. 532, 2^e ligne au dessus de l'Éq. (16.55) : remplacer *sous une sous-variété* par *pas sur une sous-variété*.
- p. 532, 1^{re} ligne de l'Exemple 2 : remplacer *partie compacte* par *sous-variété compacte à bord*.
- p. 533, 4^e ligne du § 16.4.2 : remplacer *partie compacte avec bord* par *sous-variété tridimensionnelle compacte à bord*.
- p. 545, 1^{re} ligne au dessus de l'Éq. (17.30) : remplacer $\Gamma^2(1 - U^2) = 1$ par $\Gamma^2(1 - U^2/c^2) = 1$.
- p. 568, 1^{re} ligne sous le système (17.118) : remplacer (17.106) par (17.105).
- p. 569, 3^e ligne du § 17.4.1 : remplacer *chargée \mathcal{P} qui entre* par *chargée qui entre*.
- p. 570, avant-dernière ligne : remplacer *A de B* par *A vers B*.
- p. 605, Éq. (18.99) : remplacer $\underline{V}(\tau_P)$ par $\vec{V}(\tau_P)$, de manière à ce que

l'équation devienne

$$\vec{\mathcal{A}}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi r} \frac{q}{\left[1 - \frac{\vec{n} \cdot \vec{V}(\tau_P)}{c}\right]} \vec{V}(\tau_P).$$

- p. 629, Éq. (19.30) : changer les deux signes + en signes -, de sorte que l'équation devienne

$$\frac{d\mathbf{p}_\gamma}{dt} = \int_{\mathcal{V}} \mathcal{F} dV - c \int_S \langle \boldsymbol{\omega}, \vec{n} \rangle dS \mathbf{u}_0 - \int_S \mathbf{S}(\cdot, \vec{n}) dS.$$

- p. 637, 1^{re} ligne au dessus de l'Éq. (20.10) : remplacer $-E_i B_j - B_i B_j$ par $-E_i E_j - c^2 B_i B_j$, de sorte à ce que la formule devienne $g^{\mu\nu} F_{\mu\alpha} e_i^\alpha F_{\nu\beta} e_j^\beta = -E_i E_j + c^2 (\vec{e}_i \times_{\mathbf{u}_0} \vec{B}) \cdot (\vec{e}_j \times_{\mathbf{u}_0} \vec{B}) = -E_i E_j - c^2 B_i B_j + c^2 B_k B^k \delta_{ij}$.
- p. 637, Éq. (20.11) : le facteur ε_0 est mal placé; l'équation correcte est

$$\mathbf{S}^{\text{em}} = \rho_{\text{em}}(\mathbf{g} + \mathbf{u}_0 \otimes \mathbf{u}_0) - \varepsilon_0 (\mathbf{E} \otimes \mathbf{E} + c^2 \mathbf{B} \otimes \mathbf{B}).$$

- p. 641, 1^{re} ligne (hormis la légende de la figure) : remplacer $\underline{\mathbf{w}} = \mathbf{T}(\vec{\mathbf{v}}, \cdot)$ par $\underline{\mathbf{w}} = \mathbf{T}^{\text{em}}(\vec{\mathbf{v}}, \cdot)$.
- p. 646, dernière ligne : remplacer V par V/c dans la formule la plus à gauche, de sorte qu'elle devienne $V/c \simeq 1 - 1/(2\Gamma^2)$.
- p. 649, Éq. (20.33) : inverser les positions de \vec{e}_1 et \vec{n} , ainsi que celles de \vec{e}_2 et \vec{n} , de sorte que l'équation devienne

$$\vec{\mathbf{B}}_{\text{rad}} = \frac{q\omega_B V \sin \alpha}{4\pi\varepsilon_0 c^3 r} \left\{ \sin \left[\omega_B \left(t - \frac{r}{c} \right) \right] \vec{n} \times_{\mathbf{u}_0} \vec{e}_1 + \cos \left[\omega_B \left(t - \frac{r}{c} \right) \right] \vec{n} \times_{\mathbf{u}_0} \vec{e}_2 \right\}.$$

- p. 665, dernière ligne : remplacer 10^{35} ans par 10^{33} ans.
- p. 667, équation non numérotée au dessus de l'Éq. (21.36) : remplacer $c\vec{\mathbf{u}} \cdot \nabla n$ sous la première accolade par $c\vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\nabla} n$.
- p. 667, équation non numérotée au dessus de l'Éq. (21.37) : remplacer le terme $\vec{\mathbf{u}}_0 \cdot \nabla N$ par $\vec{\mathbf{u}}_0 \cdot \vec{\nabla} N$; faire de même deux lignes plus bas.
- p. 668, équation non numérotée au dessus de l'Éq. (21.44) : remplacer le terme $c\nabla_{\mathbf{u}} n_a$ par $c\nabla_{\vec{\mathbf{u}}} n_a$.
- p. 679, 6^e ligne : remplacer $+S$ par $-S$ dans l'équation $H(x^\alpha, \pi_\alpha) = \dots$, qui devient donc $H(x^\alpha, \pi_\alpha) = 1/(2T) (g^{\alpha\beta} \pi_\alpha \pi_\beta / h + h) - S$.
- p. 687, 12^e ligne : remplacer *remarqué sur (21.109) que C* par *remarqué sur (21.109) que C(C)*.
- p. 708, 1^{re} ligne au dessus de l'Éq. (22.29) : remplacer *au dépend de par au profit de*.
- p. 709, dernière ligne : remplacer *ralativité* par *relativité*.
- p. 711, légende de la Fig. 22.4 : remplacer *O étant l'émetteur et O' le récepteur* par *O étant le récepteur et O' l'émetteur*.

- p. 722, 5^e ligne des exemples en bas de page : remplacer *complexe* par *complexes*.
- p. 742, référence [246] : ajouter l'éditeur : *EDP Sciences (Les Ulis) / CNRS Éditions (Paris)*.