

# Errata

du livre

## RELATIVITÉ RESTREINTE DES PARTICULES À L'ASTROPHYSIQUE

— 1<sup>er</sup> tirage —

<https://relativite.obspm.fr>

30.06.2020

---

**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

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

base ortho.

- p. 14, 4<sup>e</sup> ligne avant la fin : remplacer *sont symétriques* par *engendrent des droites symétriques*
- p. 22, 6<sup>e</sup> 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  $\omega$  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  $\Phi_g$  est en fait bijective. Tout élément  $\omega$  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<sup>re</sup> ligne : supprimer *et achève la démonstration de la bijectivité de  $\Phi_g$ .*
- p. 43, 2<sup>e</sup> ligne sous l'Éq. (2.23) : remplacer *De même, (2.22)* par *De même, (2.21).*
- p. 43, 1<sup>re</sup> ligne au dessus de l'Éq. (2.24) : remplacer *dans (2.22)* par *dans (2.21).*
- p. 47, 3<sup>e</sup> ligne : remplacer *C'est en en fait* par *C'est en fait.*
- p. 56, 6<sup>e</sup> ligne : remplacer *voyagé d'est en ouest* par *voyagé d'ouest en est.*
- p. 89, 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (3.59) : remplacer  $-\Omega^\beta_\alpha$  par  $\Omega^\beta_\alpha$ .
- p. 91, changer l'Éq. (3.59) afin qu'elle devienne

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

- p. 107, 2<sup>e</sup> ligne de l'exemple 2 : remplacer *jumeaux* par *jumeau*.
- p. 127, 4<sup>e</sup> ligne du 1<sup>er</sup> paragraphe : remplacer *quelque* par *quel*.
- p. 132, 4<sup>e</sup> ligne : remplacer *ou plus petites* par *ou plus grandes*.
- p. 140, Eq. (5.16) : supprimer le deuxième  $\Gamma_0$ , 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  $\Gamma_0$ , de manière à ce que la formule devienne  $\alpha = U\ell'/c$ .
- p. 149, 4<sup>e</sup> ligne : remplacer *sous-espace* par *hyperplan*.
- p. 150, 3<sup>e</sup> 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<sup>re</sup> ligne sous l'Éq. (5.59) : remplacer *De (5.57)* par *De (5.58).*
- p. 155, 4<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne du second paragraphe : remplacer  *$\Pi$  étant le plan orthogonal à  $\mathcal{S}$*  par  *$\Pi$  étant le plan tangent à  $\mathcal{S}$ .*
- p. 168, 4<sup>e</sup> ligne de la note historique : remplacer *plus ou moins explicitement* par *plus ou moins implicitement*.
- p. 171, 5<sup>e</sup> ligne : remplacer *Fig. 21.4* par *Fig. 5.16*.
- p. 183, 2<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (6.27) : remplacer *isomorphisme* par *automorphisme*.
- p. 204, 1<sup>re</sup> ligne en dessous de l'Éq. (6.82) : remplacer *limité* par *limite*.
- p. 204, 5<sup>e</sup> ligne dans la Remarque en bas de la page : remplacer *deuxième ligne* par *troisième ligne*.

- p. 214, 1<sup>re</sup> 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<sup>e</sup> ligne avant la fin de la note historique : remplacer *Henry P. Stapp en 1956* par *Henry P. Stapp*.
- p. 225, 17<sup>e</sup> 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<sup>re</sup> 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. 240, l'équation du milieu dans le système (7.45) ne devrait pas avoir de signe moins dans le membre de droite ; elle doit donc être remplacée par

$$[\mathbf{K}_i, \mathbf{J}_j] = \sum_{k=1}^3 \epsilon_{ijk} \mathbf{K}_k$$

- p. 241, remplacer les seconde et troisième lignes du système (7.46) par

$$[\mathbf{K}_1, \mathbf{J}_2] = \mathbf{K}_3, \quad [\mathbf{K}_2, \mathbf{J}_3] = \mathbf{K}_1, \quad [\mathbf{K}_3, \mathbf{J}_1] = \mathbf{K}_2$$

$$[\mathbf{J}_1, \mathbf{K}_2] = \mathbf{K}_3, \quad [\mathbf{J}_2, \mathbf{K}_3] = \mathbf{K}_1, \quad [\mathbf{J}_3, \mathbf{K}_1] = \mathbf{K}_2$$

- p. 241, dans la 2<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (7.47), remplacer  $= -\mathbf{K}_2$  par  $= \mathbf{K}_2$  et  $= \mathbf{K}_1$  par  $-\mathbf{K}_1$ , si bien que la phrase complète devienne *Puisque d'après (7.46),  $[\mathbf{K}_1, \mathbf{K}_2] = -\mathbf{J}_3$ ,  $[\mathbf{K}_1, [\mathbf{K}_1, \mathbf{K}_2]] = -[\mathbf{K}_1, \mathbf{J}_3] = \mathbf{K}_2$  et  $[\mathbf{K}_2, [\mathbf{K}_1, \mathbf{K}_2]] = -[\mathbf{K}_2, \mathbf{J}_3] = -\mathbf{K}_1$ , (7.42) conduit à.*
- p. 241, remplacer l'Éq. (7.47) par

$$\Lambda_1 \circ \Lambda_2 = \exp \left( \psi_1 \mathbf{K}_1 + \psi_2 \mathbf{K}_2 - \frac{1}{2} \psi_1 \psi_2 \mathbf{J}_3 + \frac{1}{12} \psi_1^2 \psi_2 \mathbf{K}_2 + \frac{1}{12} \psi_1 \psi_2^2 \mathbf{K}_1 + \dots \right)$$

- p. 250, 3<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne en dessous de l'Éq. (9.7) : remplacer *ey* par *et*.
- p. 303, 4<sup>e</sup> ligne avant la fin de la page : remplacer *dans laquelle U est remplacé par  $-V$*  par *dans laquelle U est remplacé par  $-V$ ,  $\theta$  par  $\pi - \chi$  et  $\theta'$  par  $\pi - \theta_1$* .
- p. 322, 3<sup>e</sup> ligne dans la Remarque 2 : remplacer *confortons* par *conformons*.
- p. 324, 2<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (10.11) : remplacer  $\epsilon(\vec{u}_0, \vec{u}_0, \vec{P}, \cdot)$  par  $\vec{\epsilon}(\vec{u}_0, \vec{u}_0, \vec{P}, \cdot)$ .
- p. 330, Éq. (10.32) et 3<sup>e</sup> ligne de la page suivante : remplacer  $G'_O$  par  $G_O$ .

- pp. 340 et 341 : remplacer systématiquement tous les symboles  $\epsilon$  par  $\vec{\epsilon}$ .
- p. 343 : 2<sup>e</sup> 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  $d\vec{u}/d\tau$  doit être remplacé par  $d\vec{s}/d\tau$ , de manière à ce que l'équation devienne

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

- 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

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

- p. 347, 2<sup>e</sup> ligne sous l'Éq. (10.89) : entre *au Chap. 17* et *Ainsi, compte tenu de*, insérer la phrase *Elle vérifie  $\langle \mathbf{f}, \vec{u} \rangle = 0$ , par antisymétrie de  $\mathbf{F}$ , ce qui assure la nullité du terme  $dm/d\tau$  dans (9.110) [cf. (9.111)].*
- p. 351, 3<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne du § 11.3.3 : remplacer *il y en fait* par *il y a en fait*.
- p. 371, 4<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (12.10) : remplacer  $|a^1(t)| > a$  par  $|a^1(t)| \geq a$ .
- p. 386, 1<sup>re</sup> ligne sous l'Éq. (12.19) : remplacer  $t = 0$  par  $t_* = 0$ .
- p. 386, 3<sup>e</sup> ligne avant la fin : remplacer *de la 4-accélération de  $\mathcal{O}_*$*  par *de la 4-accélération de  $\mathcal{O}$* .
- p. 390, 5<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (12.25) : remplacer  $t_* \neq 0$  par  $t_* = \alpha \neq 0$ .
- p. 390, 3<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (12.33) : remplacer  $x = x'_* \leq a^{-1}$  par  $x = x'_* \leq -a^{-1}$ .
- p. 402, 5<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (12.59) : remplacer *suivante* par *suivant*.
- p. 402, 2<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (12.59) : remplacer *Fig. 3.2.2* par *Fig. 12.12*.
- p. 403, 3<sup>e</sup> ligne du dernier paragraphe : remplacer *Fig. 3.2.2* par *Fig. 12.12*.
- p. 404, 5<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>re</sup> 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<sup>e</sup> 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  $A^\mu$  dans la deuxième ligne par  $A_\mu$ , 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<sup>re</sup> ligne sous l'Éq. (15.73) : remplacer *La deuxième égalité* par *La troisième égalité*.
- p. 517, 1<sup>re</sup> 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<sup>re</sup> ligne : remplacer *où est  $(x^\alpha)$  un système* par *où  $(x^\alpha)$  est un système*.
- p. 518, équation non numérotée à la 12<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne du dernier paragraphe : remplacer du choix de la base orthonormale de  $\Pi^\perp$  par du choix de la base orthonormale de  $\Pi^\perp$ , pour peu que celle-ci ait la même orientation que  $(\vec{n}, \vec{s})$ .
- p. 527, 10<sup>e</sup> 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  $\Pi^\perp$  est un plan du genre temps (cf. § 6.3.4).*
- p. 528, 3<sup>e</sup> ligne : remplacer *D'après la définition (16.28)* par *D'après la définition (16.34).*
- p. 532, 2<sup>e</sup> ligne au dessus de l'Éq. (16.55) : remplacer *sous une sous-variété* pas sur une sous-variété.
- p. 532, 1<sup>re</sup> ligne de l'Exemple 2 : remplacer *partie compacte* par *sous-variété compacte à bord.*
- p. 533, 4<sup>e</sup> ligne du § 16.4.2 : remplacer *partie compacte avec bord* par *sous-variété tridimensionnelle compacte à bord.*
- p. 545, 1<sup>re</sup> 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<sup>re</sup> ligne sous le système (17.118) : remplacer (17.106) par (17.105).
- p. 569, 3<sup>e</sup> 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  $\underline{\mathbf{V}}(\tau_P)$  par  $\vec{\mathbf{V}}(\tau_P)$ , de manière à ce que l'équation devienne

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

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

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

- p. 637, 1<sup>re</sup> 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  $g^{\mu\nu} F_{\mu\alpha} e_i^\alpha F_{\nu\beta} e_j^\beta = -E_i E_j + c^2 (\vec{e}_i \times_{\mathbf{u}_0} \vec{\mathbf{B}}) \cdot (\vec{e}_j \times_{\mathbf{u}_0} \vec{\mathbf{B}}) = -E_i E_j - c^2 B_i B_j + c^2 B_k B^k \delta_{ij}$ .
- p. 637, Éq. (20.11) : le facteur  $\varepsilon_0$  est mal placé ; l'équation correcte est

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

- p. 641, 1<sup>re</sup> 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

$$\vec{B}_{\text{rad}} = \frac{q\omega_B V \sin \alpha}{4\pi\epsilon_0 c^3 r} \left\{ \sin \left[ \omega_B \left( t - \frac{r}{c} \right) \right] \vec{n} \times_{\mathbf{u}_0} \vec{e}_1 + \cos \left[ \omega_B \left( t - \frac{r}{c} \right) \right] \vec{n} \times_{\mathbf{u}_0} \vec{e}_2 \right\}.$$

- 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  $c\vec{u} \cdot \vec{\nabla} n$  sous la première accolade par  $c\vec{u} \cdot \vec{\nabla} n$ .
- p. 667, équation non numérotée au dessus de l'Éq. (21.37) : remplacer le terme  $\vec{u}_0 \cdot \vec{\nabla} N$  par  $\vec{u}_0 \cdot \vec{\nabla} N$ ; 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  $c\nabla_{\vec{u}} n_a$ .
- p. 679, 6<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> ligne : remplacer *remarqué sur (21.109) que  $\mathcal{C}$*  par *remarqué sur (21.109) que  $C(\mathcal{C})$* .
- p. 708, 1<sup>re</sup> 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  *$\mathcal{O}$  étant l'émetteur et  $\mathcal{O}'$  le récepteur* par  *$\mathcal{O}$  étant le récepteur et  $\mathcal{O}'$  l'émetteur*.
- p. 722, 5<sup>e</sup> 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)*.