# FR_48 : — L'ONDE

## Matière, énergie, temps propre, gravité et intrication depuis une même géométrie

**Cadre :** Einstein–VED · UNIHOLOG
**Auteur :** Víctor Estrada Díaz

---

# 1. Une seule géométrie

Avant de nous demander ce qu'est un photon, ce qu'est une particule, pourquoi la gravité existe ou ce que signifie l'intrication, nous pouvons formuler une question antérieure :

**Quelles règles géométriques une onde satisfait-elle ?**

Nous partirons d'un espace unique :

$$U = 3S + T\ .$$

Nous ne construirons pas une géométrie pour la matière et une autre différente pour l'énergie.

Nous partirons d'une même onde et étudierons ses deux possibilités fondamentales :

onde confinée et onde libre.

Le photon n'a pas non plus besoin de règles spéciales.

Comme toute onde, il est soumis aux mêmes relations géométriques.

---

# 2. Définitions fondamentales

Les grandeurs de cette section sont définies une seule fois et conserveront le même sens tout au long du document.

Soit $\lambda$ la longueur d'onde de base associée à l'onde considérée.

Les relations de Planck et d'Einstein,

$$E = \frac{hc}{\lambda},$$

$$E = Mc^2\,,$$

permettent d'écrire, pour l'onde associée à une masse $M$,

$$\lambda = \frac{h}{Mc}\,.$$

Soit $L$ la longueur totale du parcours lorsqu'il existe un contour fini.

Nous définissons :

$$L = n\lambda\,.$$

$n$ représente le nombre de cycles de longueur $\lambda$ contenus dans le parcours.

Soit $R_{\mathrm{VED}}$ le rayon de la représentation topologique circulaire de ce parcours.

Comme :

$$2\pi R_{\mathrm{VED}} = L,$$

nous obtenons :

$$R_{\mathrm{VED}} = \frac{L}{2\pi} = \frac{n\lambda}{2\pi}.$$

La circonférence ne signifie pas que l'onde confinée ait nécessairement une forme circulaire dans l'espace physique tridimensionnel.

Elle signifie qu'un parcours de longueur $L$ peut être représenté exactement par une circonférence de même périmètre.

Nous utilisons ainsi une topologie $S^1$ qui conserve la propriété que nous voulons étudier : la fermeture.

Soit $R_{\mathrm{Sch}}$ le rayon de Schwarzschild associé à la même masse.

Soit Ñ la constante géométrique qui relie les deux représentations :

$$\tilde{N} = R_{\mathrm{VED}}\, R_{\mathrm{Sch}}\ .$$

Soit enfin $G(n)$ la fonction gravitationnelle de la fermeture définie dans Einstein–VED.

Ces grandeurs ne changeront plus de signification.

---

# 3. Observateur et observé

Nous utiliserons $t$ pour le temps de l'observateur et $t'$ pour le temps propre du système observé.

L'apostrophe de $t'$ ne signifie pas dérivée.

$$t' = \text{temps propre de l'observé}\,.$$

De la même manière, $ds$ représente la différentielle spatiale dans la description de l'observateur et $ds'$ la différentielle spatiale propre correspondante de l'observé.

Nous pouvons orienter localement nos coordonnées dans la direction instantanée de propagation :

$$ds = dx, \qquad dy = 0, \qquad dz = 0\,.$$

Cela n'élimine aucune dimension spatiale.

Nous choisissons simplement l'axe $x$ dans la direction locale de propagation.

---

# 4. La relation géométrique fondamentale

Nous partons de Lorentz et de :

$$v = \frac{ds}{dt}\,.$$

La relation temporelle est :

$$dt' = dt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\,.$$

Équivalemment :

$$dt'^2 = dt^2 - \frac{ds^2}{c^2}\,.$$

En unités naturelles :

$$c = 1,$$

il reste :

$$dt'^2 = dt^2 - ds^2\,,$$

ou :

$$P_1 : \qquad ds^2 = dt^2 - dt'^2\,.$$

Ce sera notre relation géométrique de base.

---

# 5. Toute onde voyage à $c$

La propriété commune à l'onde libre et à l'onde confinée est sa vitesse locale de propagation :

$$P_2 : \qquad v_{\text{onda}} = c\,.$$

En unités naturelles :

$$v_{\text{onda}} = 1\,.$$

Le photon, comme onde électromagnétique, est soumis à cette même règle.

Nous n'avons pas besoin de construire pour lui une géométrie différente.

Ce qui distinguera matière et énergie ne sera pas qu'une onde voyage plus vite ou plus lentement.

Ce sera sa condition de fermeture.

---

# 6. Les deux faces de l'onde

Considérons d'abord une onde dont le parcours possède une longueur finie :

$$L = n\lambda,$$

avec :

$$n < \infty \ .$$

Il existe alors un contour spatial de retour.

Nous l'appellerons **onde confinée**.

$$P_3 : \qquad n < \infty \Longrightarrow \text{onde confinée} \, .$$

Considérons maintenant une onde qui ne possède pas de contour spatial fini de retour.

Cela correspond à la limite :

$$n \to \infty \ .$$

Alors :

$$L = n\lambda \to \infty \, ,$$

et :

$$R_{\text{VED}} = \frac{n\lambda}{2\pi} \to \infty \ .$$

Par conséquent :

$$P_4 : \qquad n \to \infty \Longrightarrow \text{onde libre}.$$

Nous avons ainsi :

$$\text{ONDE}\begin{cases} n < \infty & \to \text{onde confinée}, \\ [2\text{mm}] n \to \infty & \to \text{onde libre}. \end{cases}$$

Dans Einstein–VED :

$$\text{matière} \leftrightarrow \text{onde confinée},$$

tandis que :

$$\text{énergie libre} \leftrightarrow \text{onde libre}.$$

Nous n'introduisons pas deux substances fondamentales.

Nous décrivons deux configurations géométriques d'une même onde.

---

# 7. Confinement ne signifie pas nécessairement stabilité

Une onde peut posséder un contour fini et cependant ne pas fermer exactement en phase.

Nous écrivons :

$$n = k \pm \rho,$$

où :

$$k \in N^+$$

est l'entier le plus proche et :

$$0 \leq \rho \leq \frac{1}{2}$$

est la distance jusqu'à cet entier.

Lorsque :

$$\rho = 0,$$

nous avons :

$$n = k$$

et :

$$L = k\lambda\,.$$

Le parcours contient exactement un nombre entier de cycles.

L'onde revient en phase.

Par conséquent :

$$P_5 : \qquad \rho = 0 \Leftrightarrow \text{fermeture stable}\,.$$

Pour :

$$0 < \rho \leq \frac{1}{2},$$

il existe un contour, mais il existe aussi un déphasage par rapport à la fermeture entière.

Par conséquent :

$$P_6 : \qquad \rho > 0 \Leftrightarrow \text{fermeture non stable}\,.$$

Nous distinguons ainsi trois situations qui ne doivent pas être confondues :

$$\begin{array}{rcc} \rho = 0 & \rightarrow & \text{onde confinée stable,} \\ [2mm]0 < \rho \leq 1/2 & \rightarrow & \text{onde confinée non stable,} \\ [2mm]n \rightarrow \infty & \rightarrow & \text{onde libre.} \end{array}$$

---

# 8. Le temps propre d'une onde

Revenons maintenant à une propriété que toutes les ondes partagent :

$$v_{\text{onda}} = c\,.$$

Par Lorentz :

$$dt' = dt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\,.$$

Pour l'onde :

$$v \rightarrow c\,.$$

Par conséquent :

$$dt' \rightarrow dt\sqrt{1-1}\,.$$

Donc :

$$P_7 : \qquad dt' \rightarrow 0\,.$$

Nous n'avons pas utilisé la mécanique quantique.

Nous n'avons pas encore introduit l'intrication.

C'est une conséquence de l'application de Lorentz à une onde qui se propage à $c$.

---

# 9. L'espace propre de l'onde

L'onde continue à se propager à $c$.

Par conséquent :

$$\frac{ds'}{dt'} = c\,.$$

En unités naturelles :

$$c = 1\,.$$

Donc :

$$ds' = dt'\,.$$

Mais nous avons déjà démontré dans $P_7$ :

$$dt' \to 0\,.$$

Par conséquent :

$$ds' \to 0\,.$$

Nous obtenons ainsi conjointement :

$$P_8 : \qquad (ds', dt') \to (0,0)\,.$$

Aucune vitesse supérieure à $c$ n'apparaît.

Le résultat provient de :

$$v_{\text{onda}} = c$$

et :

$$dt' \to 0 .$$

C'est une propriété géométrique de l'onde que nous utiliserons ensuite.

---

# 10. EPR : deux descriptions de la séparation

Considérons deux événements corrélés $A$ et $B$.

Pour l'observateur, ils peuvent être séparés :

$$\Delta s_{AB} > 0 .$$

Si nous tentons d'expliquer la corrélation en supposant qu'un signal doit partir de $A$, parcourir cette distance et arriver instantanément en $B$, surgit immédiatement la question d'une vitesse supérieure à $c$.

Mais ce n'est pas la seule description géométrique disponible.

Nous avons aussi la description propre de l'onde.

Par $P_8$ :

$$(\Delta s', \Delta t') \to (0, 0) .$$

Par conséquent, Einstein–VED n'a pas besoin d'interpréter la corrélation comme un signal parcourant notre distance observée avec :

$$v > c .$$

Pour l'observateur :

$$\Delta s_{AB} > 0\,.$$

Dans la géométrie propre limite de l'onde :

$$\Delta s' \to 0, \qquad \Delta t' \to 0\,.$$

Ce sont deux descriptions géométriques différentes du même système.

---

# 11. L'intrication sans communication superluminique

Nous pouvons maintenant formuler le résultat.

$$T_{\text{EPR}}\,:$$

Si la corrélation entre les événements $A$ et $B$ appartient à une même structure d'onde pour laquelle :

$$(ds', dt') \to (0, 0),$$

alors il n'est pas nécessaire d'introduire un signal physique qui traverse la séparation observée $\Delta s_{AB}$ avec une vitesse supérieure à $c$.

La corrélation peut être immédiate par rapport à la géométrie propre limite parce que :

$$\Delta s' \to 0$$

et :

$$\Delta t' \to 0\,.$$

Par conséquent, il n'existe pas de contradiction avec :

$$v \leq c$$

dans l'espace-temps de l'observateur.

La paradoxe apparente naît de l'exigence que la séparation mesurée par l'observateur soit aussi la séparation propre pertinente de l'onde.

Einstein–VED ne fait pas cette identification.

---

# 12. Revenons à l'autre propriété de l'onde

Pour obtenir $P_8$ , nous avons utilisé :

$$v = c\,.$$

Nous utiliserons maintenant la seconde propriété :

$$n\,.$$

Pour une onde confinée :

$$n < \infty\ .$$

Pour une onde libre :

$$n \to \infty\ .$$

Dans Einstein–VED, la réponse gravitationnelle associée à la fermeture est déterminée par :

$$G(n)\,.$$

Le développement préalable du cadre établit :

$$G(2) = G,$$

où $G$ est la constante gravitationnelle universelle observée.

Il établit aussi :

$$\lim_{n \to \infty} G(n) = 0 .$$

---

# 13. L'onde libre et la gravité

Par $P_4$, pour une onde libre :

$$n \to \infty .$$

Par la propriété de $G(n)$ :

$$\lim_{n \to \infty} G(n) = 0 .$$

Par conséquent :

$$T_G : \quad \text{onde libre} \Longrightarrow G(n) \to 0 .$$

Dans Einstein–VED, l'énergie se propageant comme onde libre n'apporte pas par elle-même la réponse gravitationnelle associée au confinement.

La gravité reste liée à la condition géométrique de fermeture.

---

# 14. Pourquoi la constante $G$ apparaît

Nous avons :

$$G(2) = G\,.$$

Cela permet d'interpréter la constante gravitationnelle universelle comme une valeur particulière de la fonction géométrique de la fermeture :

$$G = G(n)\big|_{n=2}\,.$$

À l'autre extrême :

$$n \to \infty$$

produit :

$$G(n) \to 0\,.$$

Ainsi, la même fonction relie le régime confiné à la limite d'onde libre.

---

# 15. Ñ : deux géométries de la même information

Considérons maintenant les deux représentations géométriques d'une même masse.

La représentation de la fermeture utilise :

$$R_{\mathrm{VED}}\,.$$

La représentation gravitationnelle utilise :

$$R_{\mathrm{Sch}}\,.$$

Einstein–VED établit :

$$\tilde{N} = R_{\mathrm{VED}}\,R_{\mathrm{Sch}}\,.$$

et :

$$\tilde{N} = 4l_P^2 \ .$$

Par conséquent :

$$R_{\text{Sch}} = \frac{\tilde{N}}{R_{\text{VED}}},$$

et :

$$R_{\text{VED}} = \frac{\tilde{N}}{R_{\text{Sch}}} \ .$$

Nous avons ainsi une relation réversible entre les deux représentations :

$$U_{\text{VED}} \leftrightarrow U_{\text{Sch}} \ .$$

Ce ne sont pas deux masses différentes.

Ce sont deux géométries depuis lesquelles nous représentons la même information physique.

---

# 16. La limite d'onde libre vue depuis Ñ

Pour une onde libre :

$$n \rightarrow \infty \ .$$

Par définition :

$$R_{\text{VED}} = \frac{n\lambda}{2\pi} \ .$$

Donc :

$$R_{\mathrm{VED}} \to \infty \ .$$

Mais :

$$R_{\mathrm{Sch}} = \frac{\tilde{N}}{R_{\mathrm{VED}}} \, .$$

Si Ñ est constante :

$$R_{\mathrm{VED}} \to \infty$$

implique :

$$R_{\mathrm{Sch}} \to 0 \, .$$

Nous arrivons ainsi à la limite gravitationnelle par deux voies.

Par $G(n)$ :

$$n \to \infty \Rightarrow G(n) \to 0 \, .$$

Par Ñ :

$$n \to \infty \Rightarrow R_{\mathrm{VED}} \to \infty \Rightarrow R_{\mathrm{Sch}} \to 0 \, .$$

Les deux descriptions convergent vers la même limite physique du cadre : lorsque le confinement disparaît, la réponse gravitationnelle associée à la fermeture disparaît également.

---

# 17. Le photon

Nous pouvons maintenant étudier le photon sans introduire aucune règle nouvelle.

Le photon, comme onde électromagnétique libre, est soumis aux règles que nous avons déjà démontrées pour toute onde.

D'abord :

$$v_\gamma = c\,.$$

Par $P_7$ :

$$dt'_\gamma \to 0\,.$$

Par $P_8$ :

$$(ds'_\gamma, dt'_\gamma) \to (0,0)\,.$$

Ensuite, comme onde libre :

$$n_\gamma \to \infty\ .$$

Par conséquent :

$$R_{\mathrm{VED},\gamma} \to \infty\,,$$

$$G(n_\gamma) \to 0,$$

et :

$$R_{\mathrm{Sch},\gamma} \to 0\,.$$

Le photon ne constitue pas une exception à la géométrie de l'onde.

Il est précisément l'un de ses cas limites.

---

# 18. Une onde, deux paramètres fondamentaux

Tout le développement peut maintenant se réduire à deux propriétés.

La première est :

$$v = c\,.$$

Elle détermine la géométrie propre limite :

$$v = c \Rightarrow dt' \to 0 \Rightarrow ds' \to 0 \Rightarrow (ds', dt') \to (0,0)\,.$$

De là surgit l'interprétation géométrique de l'EPR.

La seconde est :

$$n\,.$$

Elle détermine la condition de fermeture :

$$n < \infty \Rightarrow \text{onde confinée,}$$

tandis que :

$$n \to \infty \Rightarrow \text{onde libre}\,.$$

Et pour l'onde libre :

$$n \to \infty \Rightarrow G(n) \to 0,$$

$$n \to \infty \Rightarrow R_{\text{VED}} \to \infty\,,$$

$$R_{\text{VED}} \to \infty \Rightarrow R_{\text{Sch}} \to 0\,.$$

---

# 19. L'image complète

Nous pouvons représenter le résultat comme :

$$
\begin{array}{ccc}
\text{ONDE} & & \\
\text{ONDE} & & \\
[2\text{mm}] \quad v = c & \swarrow \qquad \searrow & \\
[2\text{mm}] \downarrow & & n \\
& & \downarrow \\
(dt', ds') \to (0,0) & & \begin{cases} n < \infty \\ n \to \infty \end{cases} \\
[4\text{mm}] \downarrow & & \begin{cases} \text{confinement} \\ \text{onde libre} \end{cases} \\
[4\text{mm}] T_{\text{EPR}} & & \begin{cases} G(n) \\ G(n) \to 0 \end{cases}
\end{array}
$$

Et en traversant la représentation géométrique du confinement et de la gravité :

$$\tilde{N} = R_{\text{VED}} R_{\text{Sch}} \ .$$

---

# 20. Conclusion

Le point de départ de ce travail n'est pas la matière, l'énergie, la gravité, le photon ni l'intrication.

C'est l'onde.

L'onde se propage à :

$$v = c \ .$$

et peut se présenter en deux configurations :

$$\text{confinée} \qquad \text{ou} \qquad \text{libre.}$$

L'onde confinée possède un parcours fini :

$$L = n\lambda, \qquad n < \infty \ .$$

L'onde libre correspond à la limite :

$$n \to \infty \ .$$

La propagation à $c$ conduit à :

$$(dt', ds') \to (0, 0) \, .$$

Cela fournit dans Einstein–VED une interprétation géométrique de l'EPR qui n'a pas besoin de communication superluminique entre deux points séparés dans l'espace-temps de l'observateur.

L'absence de fermeture conduit simultanément à :

$$G(n) \to 0$$

et :

$$R_{\text{Sch}} \to 0 \, .$$

Enfin :

$$\tilde{N} = R_{\text{VED}} \, R_{\text{Sch}}$$

relie la représentation géométrique de la fermeture à sa représentation gravitationnelle.

Le photon n'a pas besoin d'une exception à ces règles.

Comme onde libre :

$$v_\gamma = c, \qquad n_\gamma \to \infty \ .$$

Il réunit donc simultanément les deux limites :

$$(ds'_\gamma, dt'_\gamma) \to (0, 0)$$

et :

$$G(n_\gamma) \to 0\,.$$

Matière, énergie, gravité et intrication apparaissent ainsi, dans Einstein–VED, non comme quatre problèmes indépendants, mais comme des conséquences différentes de l'étude d'une même onde sous une même géométrie.