

Pourquoi existe-t-il une « vitesse maximale » ?

— À partir du seul principe de relativité de Galilée : il n’y a que deux relativités (le théorème d’Ignatowski) —

[Article 83]

Yuuki YAMAGISHI (山岸 勇輝)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japon

Août 2026

— *From thinking to syncing.* —

Résumé

La relativité restreinte commence d’ordinaire par **postuler d’en haut** que « la vitesse de la lumière est la même dans tous les référentiels inertiels ». Pourtant, en réalité, la relativité peut se déduire sans supposer ce postulat, à partir de prémisses bien plus élémentaires. Cet article relit, du point de vue de ce corpus, ce résultat classique ancien et beau — **le théorème d’Ignatowski** (Ignatowski 1910–11 ; Frank–Rothe 1911 ; Lévy-Leblond 1976). Les prémisses sont seulement **le principe de relativité de Galilée + l’homogénéité et l’isotropie de l’espace + la structure de groupe des transformations (+ la causalité)**. À partir d’elles, les transformations de coordonnées entre référentiels inertiels se restreignent à **exactement deux familles** : (1) la **transformation de Galilée** (vitesse invariante = ∞ , temps absolu), ou (2) la **transformation de Lorentz** (il existe une **vitesse invariante finie**). Quelle branche nous habitons, et la valeur de la vitesse finie, sont déterminées **par l’expérience**. Il se trouve que nous vivons dans la « branche à c fini » — c’est tout. **Point clé (lien avec le corpus)** : cette lecture étaye, comme un théorème, ce que le corpus a dit à plusieurs reprises — « **c n’est pas un postulat fondamental ni une cause de l’univers, mais plutôt un échafaudage / une convention, la valeur finie choisie à une bifurcation à deux voies** » (c = rayon de l’espace des vitesses, Articles 60–63 ; local et de coordonnées, deux c comme racines distinctes, Article 66 ; la redéfinition du SI de 2019 faisant de c une valeur définie). De plus, la logique des « exactement deux possibilités » est **du même sang que la méthode de dénombrement de l’Article 01 (unicité de $n = 2$) et des Articles 64/69 (recensement des dimensions)**. **Discipline des racines distinctes** : (a) la « vitesse invariante » qui émerge du groupe et (b) la « vitesse de la lumière » de l’électromagnétisme sont **des grandeurs d’origine distincte qui ne coïncident qu’en valeur** (la lumière va à la vitesse invariante parce que le photon est sans masse ; si le photon avait une masse infime, la lumière irait un peu moins vite que la vitesse invariante, et la vitesse invariante existerait toujours). **Portée** : cet article ne redéduit ni ne remplace la relativité restreinte par une méthode nouvelle (il présente une dérivation alternative classique). Il **n’explique pas pourquoi notre univers est la branche finie, ni pourquoi c a la valeur qu’il a (l’expérience décide)**. Il n’y a aucune prédiction nouvelle ; cela reste une interprétation structurelle.

Positionnement de cet article (discipline) : Cet article est une **interprétation structurelle** de la physique établie (la dérivation de la relativité restreinte « avec moins d'axiomes » d'Ignatowski / Lévy-Leblond ; le principe de relativité de Galilée). **Il ne réécrit pas la relativité restreinte et ne revendique aucune dérivation nouvelle** — il relit une dérivation alternative classique du point de vue « c = échafaudage » du corpus. Il ne contient aucune loi physique nouvelle ni aucune prédiction nouvelle. Des mots comme « OS de l'Univers » sont **des métaphores de couche 3 portant l'étiquette « non scientifique »**, non des affirmations de mécanisme physique (mises à l'écart dans un cadre en pointillés).

1. Introduction : la relativité sans postuler la constance de la vitesse de la lumière

La relativité restreinte des manuels part des deux postulats d'Einstein — (i) le principe de relativité, (ii) l'invariance de la vitesse de la lumière. Le postulat (ii) est puissant mais quelque peu abrupt : « pourquoi la vitesse de la lumière seule est-elle spéciale ? » Le point de vue que présente cet article **retire (ii) des axiomes**. Il suffit de prémisses élémentaires remontant à Galilée.

Pour énoncer d'abord la conclusion — **en poussant honnêtement le principe de relativité jusqu'au bout, il y a exactement deux façons dont l'univers peut être** : le monde de Newton et Galilée (aucune limite supérieure de vitesse, temps absolu), ou le monde d'Einstein et Lorentz (il existe une vitesse maximale finie). La constance de la vitesse de la lumière apparaît **non comme un axiome de départ mais comme une conséquence du choix de la seconde branche**. C'est un étayage par la voie royale de l'intuition que le corpus nourrit depuis longtemps : « c n'est pas une cause mais un échafaudage. »

2. Le principe de relativité de Galilée (le germe)

En 1632, Galilée énonça le principe de relativité dans son expérience de pensée de la « cabine du navire » : **les expériences faites à l'intérieur d'un navire en mouvement uniforme ne diffèrent pas de celles faites au repos par rapport au rivage**. Les lois de la physique ont la même forme dans tous les référentiels inertiels. C'est la seule prémisse physique de cet article, et c'est le premier postulat d'Einstein lui-même. La question devient : **en poussant ce seul principe jusqu'à son terme mathématique, quelles transformations de coordonnées sont permises ?**

3. Le théorème d'Ignatowski : il y a exactement deux relativités

Fait classique 3.1 (Ignatowski 1910–11 / Lévy-Leblond 1976)

N'exigeons des transformations de coordonnées entre référentiels inertiels que : **(1) le principe de relativité** (tous les référentiels inertiels équivalents), **(2) l'homogénéité de l'espace** ($\rightarrow$ la transformation est linéaire), **(3) l'isotropie de l'espace**, **(4) la fermeture en groupe** (la composée et l'inverse de transformations permises sont encore permises). Alors la transformation le long de x se restreint à la famille suivante, portant **une seule constante universelle κ** (de dimension $[\text{vitesse}]^{-2}$) :

$$x' = \gamma (x - vt), \quad t' = \gamma (t - \kappa v x), \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \kappa v^2}}.$$

La causalité (conservation de l'ordre temporel) sélectionne alors $\kappa \geq 0$. Seule la valeur de κ reste indéterminée, et elle est décidée par l'expérience.

La ligne de la preuve est claire. **L'homogénéité** fixe la transformation comme linéaire ; **le principe de relativité + l'isotropie + la structure de groupe** contraignent les coefficients ; et à la fin il reste une seule constante universelle κ . κ est **universelle** en ce qu'elle prend la même valeur dans tout référentiel inertiel, mais sa **grandeur n'est pas fixée par la théorie**.

4. Les deux branches : galiléenne ($\kappa = 0$) et lorentzienne ($\kappa > 0$)

Branche	Const. univ.	Vitesse invariante	Forme du monde
Galilée (Newton)	$\kappa = 0$	$c = \infty$ (pas de limite)	temps absolu $t' = t$
Lorentz (Einstein)	$\kappa > 0$	$c = 1/\sqrt{\kappa}$ (finie)	espace-temps unifié ; c la vitesse maximale invariante

Observation 4.1 (Pourquoi existe-t-il une « vitesse maximale » ?)

« Savoir s’il existe une vitesse maximale » est, pour l’univers, un **choix à deux voies**. Si $\kappa = 0$ il n’y a pas de limite (galiléen) ; si $\kappa > 0$ il existe exactement une vitesse invariante finie $c = 1/\sqrt{\kappa}$ (lorentzien). La mesure nous dit que notre univers est le **second** ($c \approx 3 \times 10^8$ m/s). Ainsi la « **raison pour laquelle une vitesse maximale existe** » ne réside pas dans la « lumière », mais dans le seul fait que « notre univers est sur la branche $\kappa > 0$ ». La constance de la vitesse de la lumière n’est qu’une conséquence à l’intérieur de cette branche.

5. La discipline des racines distinctes : vitesse invariante et vitesse de la lumière ne partagent qu’une valeur

Ici s’applique la discipline centrale du corpus (Articles 58, 48). Bien qu’on dise souvent d’une traite « c = la vitesse de la lumière », il y a en fait **deux c d’origine distincte**.

Visage de c	Origine	Identité
vitesse invariante $c = 1/\sqrt{\kappa}$	principe de relativité + groupe (cet article)	constante structurelle de l’espace-temps ; vitesse de toute particule sans masse
vitesse de la lumière	électromagnétisme (Maxwell) = photon sans masse	le cas où la lumière va par hasard à la vitesse invariante

Observation 5.1 (La lumière n’est que le « représentant » de la vitesse invariante)

La lumière va à la vitesse invariante **parce que le photon est sans masse**, et non parce que la lumière définit la structure de l’espace-temps. Si l’on trouvait un jour une masse minuscule du photon, **la lumière irait un peu moins vite que la vitesse invariante** — et pourtant la vitesse invariante **c continuerait d’exister et de rester invariante en tant que structure de l’espace-temps**. Donc « la vitesse invariante » et « la vitesse de la lumière » sont **des racines distinctes qui ne coïncident qu’en valeur**, et ne doivent pas être fusionnées. C’est la racine distincte située un pas en amont de celle de l’Article 66 (c local contre c de coordonnées).

6. Lien avec le corpus : c comme échafaudage, et le sang des « exactement deux »

Ce théorème étaye deux épines dorsales du corpus.

- « c n'est pas une cause mais un échafaudage / une convention » : c n'est pas un premier axiome de l'univers mais seulement **une valeur finie** choisie à une bifurcation à deux voies. Sa valeur ne découle pas de la théorie ; l'expérience (notre univers) la décide. Cela résonne pleinement avec les Articles 60–63 (c = rayon de l'espace des vitesses) et 66 (racines distinctes), et avec le fait que la **redéfinition du SI de 2019 a fait de c une valeur définie** (de quelque chose de mesuré à quelque chose de stipulé). **Mais précisément** : cela ne signifie pas que « c est arbitraire ». **Qu'une vitesse invariante finie existe relève de la physique (structure) ; seul « le nom que nous donnons au nombre » relève de la convention des unités.**
- **Le dénombrement des « exactement deux »** : la logique selon laquelle les relativités permises se limitent à deux est la même méthode que l'Article 01 (limité à $n = 2$) et les Articles 64/69 (le recensement des dimensions spéciales). « **Restreindre d'innombrables possibilités à quelques-unes** » — une forme de voie royale que le corpus emploie à plusieurs reprises.

La vision de l'auteur (couche 3, étiquette non scientifique / ni mécanisme, ni prédiction)

Dans la lentille du corpus (métaphore) — la **vitesse invariante pourrait-elle être la « fréquence maximale de mise à jour (la bande passante supérieure à laquelle se propage le rendu) » de l'OS de l'Univers ?** La branche galiléenne ($\kappa = 0$) est un OS à bande passante infinie (l'information arrive instantanément) ; la branche lorentzienne ($\kappa > 0$) est un **OS à bande passante finie** dont le plafond est c . Notre univers est une « machine à bande passante finie ». — **Cette image porte l'étiquette non scientifique.** Le théorème d'Ignatowski n'a besoin ni de bande passante ni d'OS ; il repose sur le seul principe de relativité et la structure de groupe. L'OS est une lentille pour que « pourquoi une vitesse finie nous semble naturelle » s'installe confortablement dans l'esprit, non une affirmation de mécanisme physique ni une proposition testable. La poésie comme poésie, le théorème comme théorème — les étiquettes tenues à part.

7. Portée (ce qui est montré, et ce qui ne l'est pas)

Ce qui est montré (descriptif) :

- À partir du seul principe de relativité + homogénéité/isotropie + structure de groupe (+ causalité), la relativité est limitée à deux — galiléenne ($\kappa = 0$) et lorentzienne ($\kappa > 0$) (Ignatowski). La constance de la vitesse de la lumière n'est pas un axiome mais une conséquence de la seconde branche.
- La « vitesse invariante » (groupe/structure) et la « vitesse de la lumière » (masse nulle du photon) sont **des racines distinctes** qui ne coïncident qu'en valeur (Observation 5.1).
- Cette lecture étaye le « c = échafaudage » (60–63/66/SI 2019) et le « dénombrement à exactement deux » (01/64/69) du corpus.

Ce qui n'est pas montré (retenue) :

- **La relativité restreinte n'est ni redéduite ni remplacée.** Ignatowski / Lévy-Leblond est une dérivation alternative établie et classique ; cet article ne fait que **la présenter et la situer**. Aucune dérivation nouvelle, aucune mathématique nouvelle.
- **Pourquoi notre univers est la branche finie ($\kappa > 0$) n'est pas expliqué.** Quelle branche, et la valeur de c , sont décidées **par l'expérience** — non par la théorie. Ce bord reste ouvert.
- **Il n'est pas dit que « c est arbitraire / variable ».** Qu'une vitesse invariante finie existe relève de la physique. La convention des unités (SI 2019) concerne « le nom du nombre », non la structure elle-même.
- **L'OS et la bande passante sont des lentilles non scientifiques de couche 3.** Le théorème n'en a aucun besoin (§6, cadre en pointillés).
- **Aucune prédiction nouvelle n'est faite.** On obtient les mêmes résultats d'observation qu'avec la relativité restreinte usuelle. Cela reste donc en couche 2 (interprétation structurelle).

8. Conclusion

« Pourquoi existe-t-il une vitesse maximale ? » — la réponse n'est pas dans la lumière. **En poussant le principe de relativité de Galilée jusqu'au bout, l'univers se restreint à exactement deux** : la branche galiléenne sans limite ($\kappa = 0$), ou la branche lorentzienne avec une vitesse invariante finie ($\kappa > 0$). La mesure nous dit que nous vivons dans la seconde. La constance de la vitesse de la lumière est une **conséquence** de cette branche, non un axiome de départ. Et « la vitesse invariante » et « la vitesse de la lumière » sont **des racines distinctes** qui ne coïncident en valeur que parce que le photon est sans masse.

C'est un étayage discret, par la voie royale, d'une intuition que le corpus nourrit depuis longtemps — « **c n'est pas un matériau de construction (une cause) de l'univers mais plutôt un échafaudage choisi / une convention** ». Pourtant la discipline tient : cet article ne réécrit pas la relativité (il présente une dérivation alternative classique), n'explique pas « pourquoi la branche finie, ni pourquoi cette valeur de c » (le domaine de l'expérience), et met à l'écart l'image de la « bande passante de l'OS » dans une couche 3 non scientifique. Le principe élémentaire que Galilée vit dans une cabine de navire court en une seule ligne droite jusqu'au squelette même de la physique moderne — « qu'une vitesse maximale existe ». C'est une page qui mérite d'être consignée honnêtement.

Références

1. Galilei, G. (1632). *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*.
2. Ignatowski, W. v. (1910/1911). *Einige allgemeine Bemerkungen zum Relativitätsprinzip*. Phys. Zeitschr. 11, 972–976.

3. Frank, P. and Rothe, H. (1911). *Über die Transformation der Raumzeitkoordinaten von ruhenden auf bewegte Systeme*. Ann. Phys. 34, 825–855.
4. Lévy-Leblond, J.-M. (1976). *One more derivation of the Lorentz transformation*. Am. J. Phys. 44, 271–277.
5. Einstein, A. (1905). *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. Annalen der Physik 17, 891–921.
6. BIPM (2019). *The International System of Units (SI)*, 9th ed.
7. Yamagishi, Y. (2026). *c as the Ball of Velocity Space* [Article 60]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21598012
8. Yamagishi, Y. (2026). *Velocity-Space Curvature and Gravitational Redshift* [Article 66]. Zenodo: 10.5281/zenodo.21616607.
9. Yamagishi, Y. (2026). *The Uniqueness Theorem of $\mathfrak{n} = 2$ for Spherically Symmetric Density Distributions* [Article 01]. Zenodo: 10.5281/zenodo.21403186.
10. Yamagishi, Y. (2026). *The Pfaffian's $2^{\mathfrak{n}}\mathfrak{n}!$ Is One Block* [Article 48]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21602525

— *From thinking to syncing.* —

Yuuki YAMAGISHI (山岸 勇輝)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)