

# Comprendre la relativité

## Introduction

Il se trouve que la relativité d'Albert Einstein n'a pas été bien comprise par tout le monde. La meilleure preuve est que nous avons conservé les transformations de Lorentz sans semble-t-il comprendre qu'Einstein avec une approche différente a disqualifié la contraction de la matière en la remplaçant par le fait qu'avec la vitesse, les mesures que nous faisons dans le sens du mouvement sont effectuées à des moments différents. Le temps que met la lumière pour passer d'un point donné à un autre plus éloigné qui s'éloigne ou se rapproche varie et ne respecte pas la synchronisation des mesures. Il en résulte une contraction apparente qui n'est pas réelle.

Par exemple, le paradoxe des jumeaux nous dit que pendant que celui resté sur Terre voit le voyageurs avec des longueurs contractées et un écoulement du temps ralenti, le voyageur lui voit le même phénomène sur Terre. C'est la relativité du mouvement qui fait que l'observateur est toujours immobile et que ce sont les autres qui se déplacent par rapport à lui.

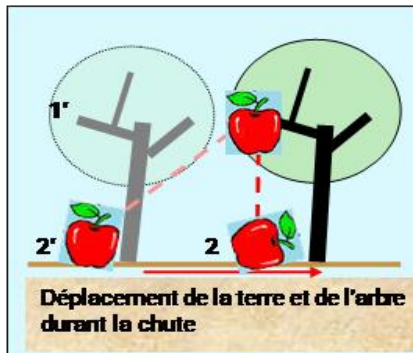
Einstein a expliqué que le voyageur avait moins vieilli du fait des changements de référentiels. Il faut comprendre les phases d'accélération pour atteindre une grande vitesse puis de freinage à l'arrivée, du demi-tour puis de nouveau accélération et freinage au retour

Notez que sur Terre la gravité est de  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Si la fusée accélère à  $4 \text{ m/s}^2$ , l'accélération moins forte fera vieillir le voyageur plus rapidement !

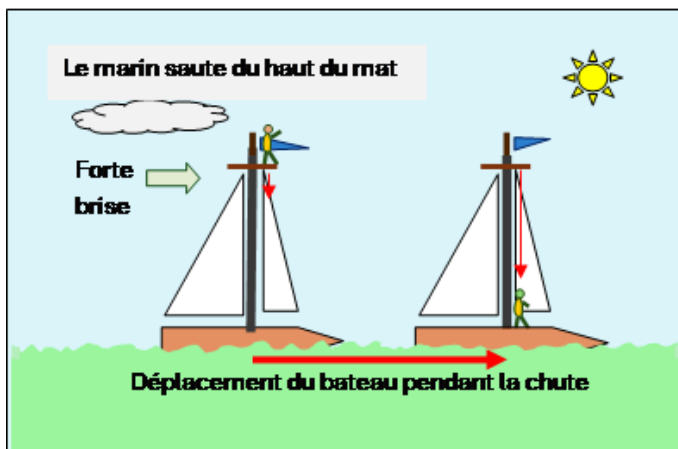
En avant

# La relativité de Galilée

A l'origine Aristote a démontré l'immobilité de la Terre en s'appuyant sur le fait que si un objet tombe au sol, si la Terre bougeait, pendant la chute elle se déplacerait et l'objet tomberait plus loin du point d'où il est parti



Depuis nous savons que cela est faux. C'est Giordano Bruno qui a remarqué qu'un objet qui tombait du haut du mat d'un bateau avançant sous bonne brise, tombait au pied du mat au lieu de tomber à l'arrière du bateau.



Galilée a repris l'idée en évitant de citer Giordan Brunon que la sainte église catholique à brûler vif, mais en décrivant ce qui se passe dans la cabine du capitaine et qui est identique que le bateau avance ou pas. La vitesse acquise par des objets entraînés dans un mouvement ne cesse pas et reste identique tant qu'aucune force ne s'y oppose, ce qui fait que pendant leur chute les objets conservent leur vitesse initial et accompagnent l'objet qui les a mis en mouvement. Dans un train ou un avion, si vous faites tomber quelque chose, tout se passe comme si tout était immobile.

Galilée en a déduit que quel que soit votre vitesse, si vous ne voyez pas un autre référentiel à une vitesse différente vous vous croyez immobile.

La conclusion est :

*<< le mouvement à vitesse constante en ligne droite est toujours relatif à un référentiel extérieur à une vitesse différente qui sera déclaré immobile par convention, ou, vous vous déclarerez immobile par convection et ce sera lui qui se déplacera à la vitesse opposée. >>*

Pas de mal entendu, nous ne sommes pas immobiles puisque les autres peuvent voir le mouvement de notre référentiel, mais localement nous pouvons considérer que nous le somme, et réciproquement pour nos observateurs. Certaines expériences comme le pendule de Foucault ou le gyroscope permettent de détecter que nous sommes en mouvement. Nous ne développerons pas ces aspects ici, il est lié à la gravitation qui fait que notre chute libre n'est pas réellement une ligne droite.

La relativité du mouvement induit la notion de localité.

# James Clerk Maxwell la lumière est une onde électromagnétisme



James Clerk Maxwell unifie les lois de l'électricité et du magnétisme et fonde l'électromagnétisme :

Les équations de Maxwell :

Gauss  $\text{div } E = \rho / \epsilon_0$

Faraday  $\text{rot } E = - \partial B / \partial t$

Thomson  $\text{div } B = 0$

Ampère  $\text{rot } B = \mu_0 j + \mu_0 \epsilon_0 \partial E / \partial t$

Il calcul la vitesse des ondes électromagnétiques à partir de la permittivité électrique et la perméabilité magnétique du vide,  $\epsilon_0$  et  $\mu_0$  :

Il trouve 310 740 km/s. Ce qui est proche de la vitesse de la lumière calculée par les astronomes, puis mesurée sur Terre par Fizeau puis Foucault. Il établit que la lumière est bien une onde, une onde électromagnétique.

$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}$$

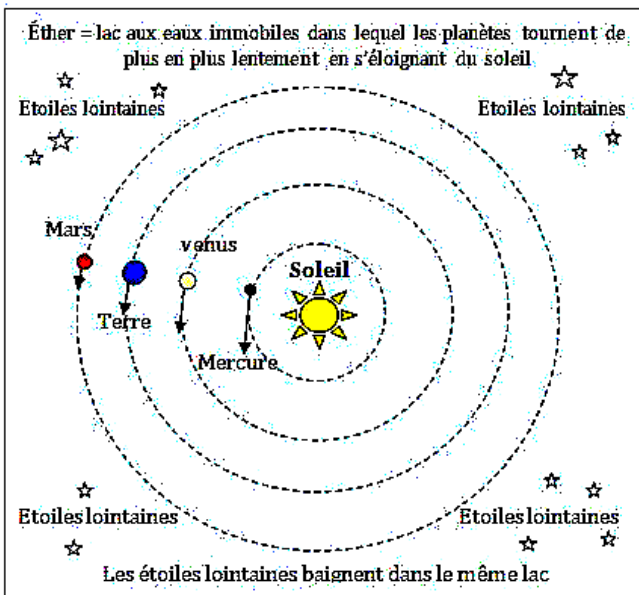
Nota les indices "0" correspondent à ce que Maxwell appelle le vide nous nous permettons de supposer que dans un vide absolu ces valeurs seraient nulles et que de ce fait la vitesse des ondes électromagnétiques tendraient vers l'infinie, dans la mesure où elles pourraient se propager ?

# L'éther du 19<sup>e</sup> siècle

Au 19<sup>e</sup> siècle, les ondes étaient les ondulation de l'eau, d'une onde pure, origine de leur nom. C'était le son qui se propageait dans l'air et certains matériaux. Les ondes étaient transmises par un support matériel qui vibrait et transmettait ses vibrations de proche en proche. Ils décidèrent d'appeler ce support « éther ». Il faut savoir que Descartes lui-même s'y était intéressé et avait imaginé qu'il tourbillonnait et ainsi entraînait les planètes avec lui. On peut en sourire, il se pourrait aussi que l'on ait des surprises si par extraordinaire ce support existait. La mécanique quantique semble s'y intéresser beaucoup.

L'éther était censé se trouver dans le référentiel de l'univers, immobile avec le Soleil et les étoiles fixes. Ce fut l'erreur fatale.

## Vision de l'éther au 19<sup>e</sup> siècle



Michelson et Morley chercheront à mettre en évidence le mouvement de la Terre par rapport à l'éther sans succès.

Oliver Heaviside qui a réduit les 20 équations de Maxwell à 4, calcule les déformations des champs électrique et magnétique au voisinage d'une charge en mouvement, et ce qu'il se passe lorsqu'elle pénètre un milieu plus dense et à l'idée de la contraction du champ électrostatique sphérique d'un électron en

ellipsoïde de contraction :  $\sqrt{1 - v^2/c^2}$

L'idée que la matière se contracte avec la vitesse comme le fait le champ électrique de l'électron fait son chemin. George Frederick Charles Searle poursuit les travaux d'Heaviside.

En 1887, Woldemar Voigt publie « Sur le principe de Doppler », dans lequel il exigeait la covariance de l'équation d'onde homogène dans des référentiels inertiels, (relativité) et supposait l'invariance de la vitesse de la lumière (2<sup>ème</sup> postulat d'Einstein) et obtenait des résultats étaient très proches des transformations de Lorentz qui s'en apercevra plus tard.

## Les transformations de Lorentz-Poincaré

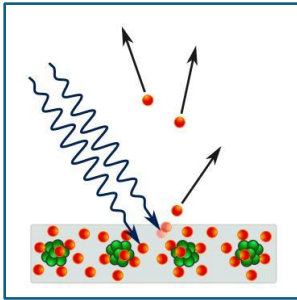
Pour compenser le fait que la vitesse de la Terre n'est pas additive avec celle de la lumière, Lorentz considère que la matière se contracte avec la vitesse comme le champ électrique, ce qui

annule la loi d'additivité des vitesses  $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ ,

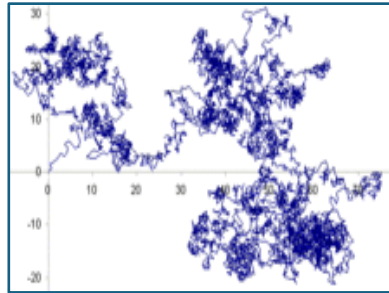
Il écrira plus tard : « Ce furent ces considérations publiées par moi en 1904 qui donnèrent lieu à Poincaré d'écrire son Mémoire sur la Dynamique de l'électron, dans lequel il a attaché mon nom à la transformation dont je viens de parler. [...] je n'ai pas indiqué la transformation qui convient le mieux. Cela a été fait par Poincaré et ensuite par MM. Einstein et Minkowski. »

# Einstein 1905 l'année merveilleuse

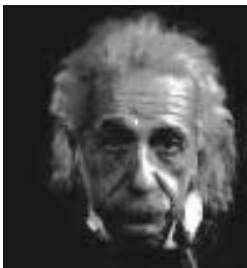
En 1905 Einstein publie quatre articles, tous importants, dont « De l'électrodynamique des corps en mouvement » rebaptisé plus tard « relativité restreinte » Titre à notre avis inadapté puisqu'il parle de l'électromagnétisme auquel il applique la relativité de Galilée sans en changer un iota.



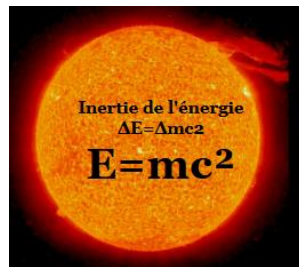
1) Effet photovoltaïque  
Prix Nobel



le mouvement brownien



3) De l'électrodynamique.  
des corps en mouvement.



4)  $E = mc^2$ .

Trois des articles seront bien accueillis et celui sur l'effet photoélectrique utilisé par nos panneaux solaires lui vaudra même le prix Nobel. L'article « De l'électrodynamique des corps en mouvement » provoquera une levier de boucliers de la plupart des

physiciens de l'époque. L'abandon de l'éther était inconcevable, et Einstein admettait lui-même que ses postulats étaient discutables.

Ce n'était donc pas Einstein qui était attaqué mais cet article. Que des gens malveillant en aient profité, évidemment. Ceux qui ont prétendu qu'il avait copié Lorentz en revanche se sont lourdement trompés. Ils ont révélé les difficultés à bien comprendre cet article qui utilise un phénomène entièrement différent de celui de la contraction de la matière avec la vitesse utilisé par Lorentz. Einstein utilise le fait que lorsqu'on mesure un objet en mouvement à la vitesse  $v$ , le temps supplémentaire que met la lumière pour atteindre les points les plus éloigné qui s'éloignent pendant ce temps, et au retour détecter les plus près qui se rapprochent, donne des mesures faussées. Le résultat est similaire au phénomène supposé de la contraction de la matière avec la vitesse. Si on donne raison à Einstein, cette contraction résulte de ce qu'il appelle la désynchronisation des horloges, le moment où les mesure sont faites dépend de la distance séparant les points dans le sens du mouvement.

Ce n'est pas facile à exposer du faite qu'elles semblent ignorées. Probablement que ceux qui ont compris, comme Einstein, ont renoncé à expliquer.

La relativité c'est et ce sera toujours Galilée. L'apport d'Einstein fut de généraliser le principe de relativité aux objets en chute libre, c'est à dire aux corps célestes en mouvement dans un champ gravitationnel, comme la Terre et les planètes et tous les corps célestes.

Passons à l'article de 1905.



# De l'électrodynamique des corps en mouvement

En introduction, Einstein pose deux postulats : Pour éviter toute confusion nous le citons.

*« Il est connu que si nous appliquons l'électrodynamique de Maxwell, [...] nous sommes conduits à une asymétrie qui ne s'accorde pas avec les phénomènes observés. [...] L'influence mutuelle d'un aimant et d'un conducteur. [...] Si l'aimant se déplace et que le conducteur est au repos, [on obtient le même résultat que] si l'aimant est au repos et le conducteur mis en mouvement ».*

Nous avons essayé de faire cour, vous pouvez vérifier dans l'article traduit en Français en référence. En réalité Maxwell a deux équations selon que c'est l'aimant (équation de Faraday) ou le fil (équation d'Ampère) que l'on déplace. Elles sont identiques au premier ordre du fait que la différence porte sur la vitesse de l'objet déplacé, quelques dizaines de mètres par seconde par rapport à la vitesse de la lumière, 300 millions de mètres par seconde

*« Dans le texte qui suit, nous élevons cette conjecture au rang de postulat (que nous appellerons dorénavant « principe de relativité ») et introduisons un autre postulat — qui au premier regard est incompatible avec le premier — que la lumière se propage dans l'espace vide, à une vitesse  $V$  indépendante de l'état de mouvement du corps émetteur. [C'est une propriété des ondes, leur vitesse dépend de leur support] Il sera démontré que l'introduction d'un « éther lumineux » est superflu, [...] Dans la formulation de toute théorie, nous devons composer avec les relations entre les*

*corps rigides (système de coordonnées), les horloges et les phénomènes électromagnétiques.*

*Une appréciation insuffisante de ces conditions est la cause des problèmes auxquels se heurte présentement l'électrodynamique des corps en mouvement. »*

Quant au second postulat, Einstein précise qu'il contredit « **à première vue** » la relativité du mouvement des ondes électromagnétiques dont fait partie la lumière.

Avec le rejet de l'éther, vous avez l'explication de la raison pour laquelle cet article fut violemment critiqué alors que les trois autres de la même année n'ont posé aucun problème, et que celui concernant l'effet électrique de nos panneaux solaires et la proposition des photons lui a valu le prix Nobel.

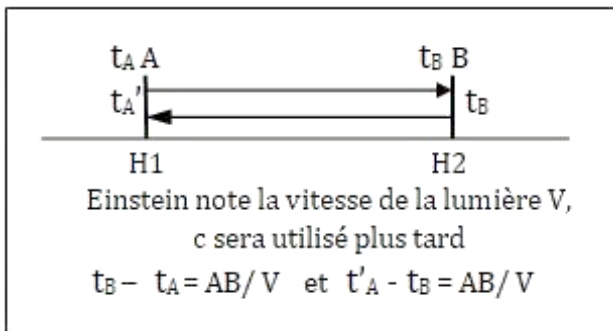
Einstein applique donc la relativité du mouvement aux phénomènes électromagnétiques. Nous allons passer à son premier chapitre que nous limiterons aux trois premiers paragraphes.

## Partie cinématique

### §1. Définition de la simultanéité

[.] Si nous voulons décrire le mouvement d'un point matériel, les valeurs de ses coordonnées doivent être exprimées en fonction du temps. [.] si nous disons « qu'un train arrive ici à 7 heures », cela signifie « que la petite aiguille de ma montre qui pointe exactement le 7 et que l'arrivée du train sont des évènements simultanés ». [.]

Si un observateur est placé en A avec une horloge, il peut assigner un temps aux évènements à proximité de A en observant la position des aiguilles de l'horloge, qui sont simultanées avec l'évènement. Si une horloge est aussi placée en B [.] un observateur en B peut chronologiquement estimer les évènements qui surviennent dans le voisinage de B. [.] Un temps commun peut être défini, si nous posons par définition que le « temps » requis par la lumière pour aller de A à B est équivalent au « temps » pris par la lumière pour aller de B à A.



Par exemple, un rayon lumineux part de A au « temps A »,  $t_A$ , en direction de B, est réfléchi de B au « temps B »,  $t_B$ , et revient à A au « temps A »,  $t'_A$ . Par définition, les deux horloges sont synchronisées si Le temps aller est égal au temps de retour

Nous supposons que cette définition du synchronisme est possible sans causer d'incohérence, peu importe le nombre de points. [.]

Donc, à l'aide de certaines expériences physiques (de pensée), nous avons établi ce que nous entendons lorsque nous parlons d'horloges au repos à différents endroits, et synchronisées les unes avec les autres ; et nous avons par conséquent établi une définition de la « simultanéité » et du « temps ». [.]

En accord avec l'expérience, nous ferons l'hypothèse que la grandeur  $\frac{2\overline{AB}}{t'_A - t_A} = V$

est une constante universelle (la vitesse de la lumière dans l'espace vide). Nous venons de définir le temps à l'aide d'une horloge au repos dans un système stationnaire. Puisqu'il existe en propre dans un système stationnaire, nous appelons le temps ainsi défini « temps du système stationnaire ».

## § 2. Sur la relativité des longueurs et des temps

1) Les lois selon lesquelles l'état des systèmes physiques se transforme sont indépendantes de la façon que ces changements sont rapportés dans deux systèmes de coordonnées (systèmes qui sont en mouvement rectiligne uniforme l'un par rapport à l'autre).

2) Chaque rayon lumineux se déplace dans un système de coordonnées « stationnaire » à la même vitesse  $V$ , la vitesse étant indépendante de la condition que ce rayon lumineux soit émis par un corps au repos ou en mouvement.

Soit une tige rigide au repos ; elle est d'une longueur  $L$  quand elle est mesurée par une règle au repos. [.] Imprimons à la tige une vitesse uniforme  $v$ , parallèle à l'axe des  $x$  et dans la direction croissante des  $x$ . Quelle est la longueur de la tige en mouvement ? Elle peut être obtenue de deux façons :

a) L'observateur pourvu de la règle à mesurer se déplace avec la tige à mesurer et mesure sa longueur en superposant la règle sur la tige, comme si l'observateur, la règle à mesurer et la tige sont au repos.

*Nota : Ici nous sommes dans le cas du paragraphe 1*

lorsqu'on accompagne un objet, on est au repos par rapport à lui, et ni ses dimensions, ni l'écoulement du temps ne sont modifiées

b) L'observateur [qui regarde la tige en mouvement à la vitesse  $v$ ] détermine à quels points du système stationnaire se trouvent les extrémités de la tige à mesurer au temps  $t$ , se servant des horloges placées dans le système stationnaire.

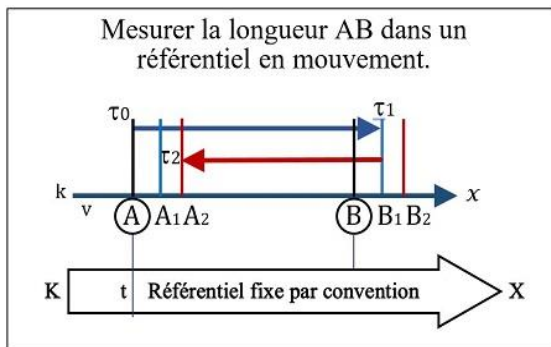
Selon le principe de relativité, la longueur trouvée par l'opération a), [.] est égale à la longueur  $L$  de la tige dans le système stationnaire.

La longueur trouvée par l'opération b) peut être appelée la « longueur de la tige (en mouvement) dans le système stationnaire ». Cette longueur diffère de  $L$ .

*Nous comprenons : « la longueur trouvée par l'opération a) , [.] est égale à la longueur  $L$  de la tige dans son système stationnaire. La longueur trouvée par l'opération b) est la longueur de la tige vue en mouvement depuis le référentiel de l'observateur. Nous avons fait un schémas avec la tige dans le référentiel  $k$ . L'observateur est dans le référentiel  $K$  que nous avons décalé pour une meilleure lisibilité.*

Imaginons qu'il y a deux observateurs auprès des deux horloges qui se déplacent avec elles, et que ces observateurs appliquent le critère de synchronisme du § 1 aux deux horloges.

Au temps  $t_A$ , un rayon lumineux va de A, est réfléchi par B au temps  $t_B$  et arrive à A au temps  $t'_A$ . Prenant en compte le principe de la constance de la vitesse de la lumière, nous avons :



A l'aller le point B s'éloigne à la vitesse  $v$ , il en résulte une vitesse  $= V - v$  (C'est Einstein qui l'écrit). Au retour le point A se rapproche et la vitesse est alors  $V + v$ . Pour Einstein la vitesse de la lumière dans un référentiel est  $V$  mais vue depuis un autre référentiel ayant une vitesse  $-v$  la lumière s'éloigne à une vitesse plus lente ( $V-v$ ) et se rapproche à une vitesse plus élevée ( $V + v$ ). A cette étape, l'additivité des vitesses de Galilée n'est pas remise en cause !

L'avis de physiciens spécialistes du domaine seraient les bienvenus. Le public croyait que dans un référentiel vu en mouvement rapide le temps se dilate alors qu'Einstein explique que pour le voyageur qui au repos dans ce référentiel le temps est inchangé.

Nous avons une hypothèse au sujet de l'éther de l'article d'Einstein de 1921 intitulé "L'éther et la théorie de la relativité". En 1938 dans le livre "L'évolution des idées en physique" co-écrit avec Léopold Infeld, Einstein a renoncé à l'éther et a demandé de ne plus jamais prononcer ce mot. Mais il s'est ressaisi et a écrit que « l'omission d'un mot de notre vocabulaire n'est pas un remède, nos troubles sont en fait trop profonds pour être apaisés de cette manière ». Donc, pour Einstein, l'absence d'éther pose problème. Il n'avait pu lui attribuer de mouvement pour qu'il soit immobile dans tous les référentiels. Tous les référentiels des corps célestes sont en chute libre et la matière chute à la même vitesse quel que soit sa masse, même une masse si faible qu'elle serait actuellement indétectable.

Mais avant d'en arriver à faire admettre l'existence d'un support pour les ondes électromagnétiques il faut qu'il y ait accord avec ce que dit réellement la prise en compte de la relativité dans ces expériences.

Nous en concluons que nous ne pouvons pas attacher une signification absolue au concept de simultanéité. Dès lors, deux événements qui sont simultanés lorsque observés d'un système ne seront pas simultanés lorsque observés d'un système en mouvement relativement au premier.

*Nota: A ce stade nous ne prétendons pas avoir tout compris. Le paragraphe 3 nous conforte dans notre compréhension du processus, mais de façon incomplète. Les choses ne sont pas aussi simple qu'il y paraît.*

### § 3. Théorie de la transformation des coordonnées et du temps

Plaçons, dans le système « stationnaire », deux systèmes de coordonnées, [']. Soit une règle rigide avec des horloges dans chaque système, tout étant identique.

Soit un point initial de l'un des systèmes ( $k$ ) animé d'une vitesse (constante)  $v$  dans la direction croissante de l'axe des  $x$  de l'autre système, un système stationnaire ( $K$ ) [']. N'importe quel temps  $t$  du système stationnaire  $K$  correspond à une position certaine des axes du système en mouvement.

Supposons que l'espace est mesuré par la règle immobile placée dans le système stationnaire  $K$ , tout comme par la règle en mouvement placée dans le système en mouvement  $k$ , nous avons donc les coordonnées  $x, y, z$  (dans  $K$ ) et  $\xi, \eta, \zeta$ , (dans  $k$ ). Mesurons le temps  $t$  à chaque point du système stationnaire grâce aux horloges du système stationnaire, à l'aide de la méthode des signaux lumineux décrite au § 1. Soit aussi le temps  $\tau$  dans le système en mouvement [']. Pour chacun des ensembles de valeurs  $x, y, z, t$  qui indiquent complètement la position et le temps de l'évènement dans le système stationnaire  $K$ , il existe un ensemble de valeurs  $\xi, \eta, \zeta, \tau$  dans le système  $k$ . Maintenant, le problème est de trouver le système d'équations qui relie ces valeurs.

En s'appuyant sur la propriété d'homogénéité que nous attribuons au temps et à l'espace, les équations doivent être linéaires. Si nous posons  $x' = x - vt$ , le point  $x'$  à la vitesse  $-v$  dans le référentiel  $k$  qui se déplace à  $+v$  par rapport à  $K$  est immobile dans  $K$  et permet de transférer les données de  $k$  dans  $K$ . Pour un point au repos dans le système  $k$ , il y a un système de valeurs  $x', y, z$  indépendant du temps. Trouvons  $\tau$  comme

fonction de  $x'$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$ . Nous devons exprimer en équations le fait que  $\tau$  n'est nul autre que le temps donné par les horloges au repos dans le système  $k$  synchronisées selon la méthode décrite au § 1. Soit un rayon lumineux envoyé au temps  $\tau_0$  de l'origine du système  $k$  selon l'axe des  $x$  dans la direction croissante de  $x'$  et qui est réfléchi de cet endroit au temps  $\tau_1$  vers l'origine des coordonnées, où il arrive au temps  $\tau_2$ . Alors, nous avons

$$\frac{1}{2}(\tau_0 + \tau_2) = \tau_1$$

(Au §1 nous avons  $\tau_0 = t_b - t_a$  et  $\tau_2 = t'_a - t'_b$ .  $\tau_0$  et  $\tau_2$  sont égaux et  $\tau_1$  est la moyenne)

Si nous introduisons comme condition que  $\tau$  est une fonction des coordonnées, et appliquons le principe de la constance de la vitesse de la lumière dans le système stationnaire, nous avons

$$A_{t_2} : \left\{ t + \frac{x'}{V-v} + \frac{x'}{V+v} \right\} \text{ a } \tau_2 : \tau \left( x', 0, 0, t + \frac{x'}{V-v} \right)$$

$$\frac{1}{2} \left[ \tau(0, 0, 0, t) + \tau \left( 0, 0, 0, \left\{ t + \frac{x'}{V-v} + \frac{x'}{V+v} \right\} \right) \right] = \tau \left( x', 0, 0, t + \frac{x'}{V-v} \right)$$

Il s'ensuit donc, lorsque  $x'$  est infiniment petit

$$\frac{1}{2} \left( \frac{1}{V-v} + \frac{1}{V+v} \right) \frac{\partial \tau}{\partial t} = \frac{\partial \tau}{\partial x'} + \frac{1}{V-v} \frac{\partial \tau}{\partial t}$$

ou

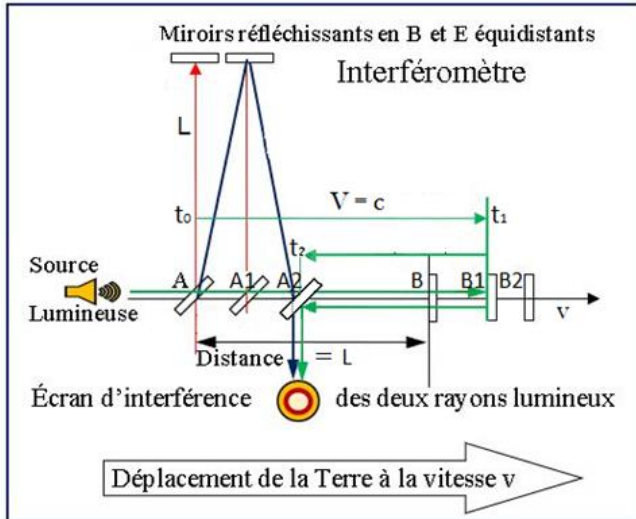
$$\frac{\partial \tau}{\partial x'} + \frac{v}{V^2 - v^2} \frac{\partial \tau}{\partial t} = 0$$

Arrivé à ce point nous ne détaillerons pas les calculs d'Einstein qui mènent aux mêmes résultats que les transformations de Lorentz, ils sont dans l'article d'Einstein que vous pouvez consulter sur le site de l'université du Québec à Chicoutimi :

[https://classiques.uqam.ca/classiques/einstein\\_albert/Electrodynamique/Electrodynamique.pdf](https://classiques.uqam.ca/classiques/einstein_albert/Electrodynamique/Electrodynamique.pdf)

Nous attirons votre attention sur un point intéressant, la tige rigide en mouvement c'est le bras de l'interféromètre de Michelson et Morley qui se déplace à 30 km/s par rapport au référentiel de l'éther et qui ne détecte aucun mouvement.





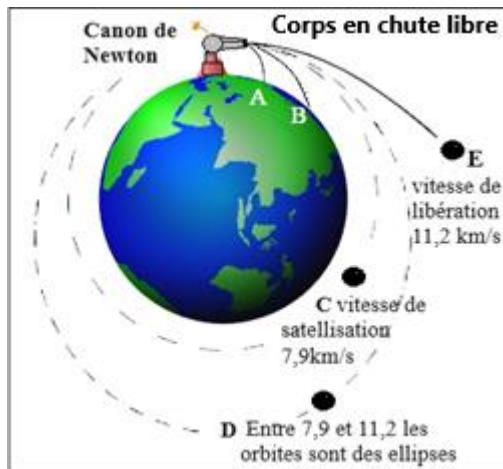
En décrétant que la vitesse de la lumière est la même dans tous les référentiels inertiels Einstein démontre que la contraction hypothétique de la matière n'existe pas et n'est qu'une illusion. C'est la façon dont nous observons le champ électrique d'un électron qui le fait passer de sphérique au repos en ellipsoïde contracté dans le sens du mouvement en fonction de sa vitesse qui a amené les physiciens à croire qu'il se contractait. Einstein nous dit que le mouvement décale l'instant de l'observation d'un point A par rapport au temps de l'observation du point distant B et que c'est ce décalage qui nous fait croire à une contraction.

En utilisant les transformations de Lorentz on maintien une ambiguïté. On devrait les appeler les transformations d'Einstein.

Il est vrai que Poincaré a finalisé celles de Lorentz, mais s'il avait disposé de celles d'Einstein en premier ce sont elles qu'il aurait finalisées. Comme elles sont identiques il n'y aurait pas eut de confusion.

# La relativité générale, L'éther d'Einstein

En 1907, Albert Einstein a fait de la chute libre dans un champ gravitationnel un mouvement inertiel. L'idée la plus heureuse qu'il ait eue selon lui. Le genre d'idée impossible lorsque l'on sait que la Terre tourne autour du Soleil mais qui devient évidente quand on sait pourquoi Aristote s'est trompé et que son erreur de l'immobilité de la Terre a résisté plus de 1800 ans. Pour bien comprendre que les corps célestes sont en chute libre, l'image du canon de Newton nous a bien aidé. Cela fera sourire les spécialistes.



Cela, plus l'équivalence entre la gravitation et l'accélération le conduira en 1915 à la relativité générale. Elle donne l'information sur le temps que met la gravitation à se propager dans l'espace, et les ondes gravitationnelles : la vitesse de la lumière. Malheureusement elle ne dit pas ce qui transporte cette force. Les physiciens de l'époque reviennent à la charge avec l'éther lumineux et Einstein réalise qu'il en a besoin, ou tout au moins qu'il doit trouver comment traiter le problème.

En 1920, Einstein était reçu à l'université de Leyde où son ami Lorentz exerçait. Il fit un discours de réception où il rétablissait l'éther dont il disait avoir besoin pour la relativité générale et les ondes gravitationnelles. Il y avait eu des débats violents à ce sujet.

Einstein en a repris l'essentiel et a refusé l'immobilité de l'éther qui était l'erreur fatale.

*« Le « nouvel éther » ne peut être rigide ni au repos, »*

Sous la pression de Philipp Lenard, Einstein dote l'espace d'un champ d'état interagissant avec la matière et influencé par elle.

« Interaction avec la matière » est notre deuxième indice. La matière et l'énergie réagissent avec la matière, c'est la gravitation !

#### Conclusion du discours

« En résumé, nous pouvons dire, d'après la théorie de la relativité générale, que l'espace est doté de propriétés physiques ; et donc, que l'éther existe. [...] Un espace sans éther est inconcevable, non seulement la propagation de la lumière y serait impossible, il n'y aurait même aucune possibilité d'existence [...] de distances spatio-temporelles [...] Cependant, la notion de mouvement ne doit pas lui être appliquée. »

# Deuxième partie

# Nouvelle hypothèse pour l'éther

Arrivés à ce stade nous vous proposons une hypothèse tout à fait stupéfiante « **à première vue** » comme avait dit Einstein à propos de la vitesse de la lumière constante partout dans l'univers, sont deuxième postulat qui finalement l'a empêché de trouver le mouvement de l'éther qu'il avait proposé.

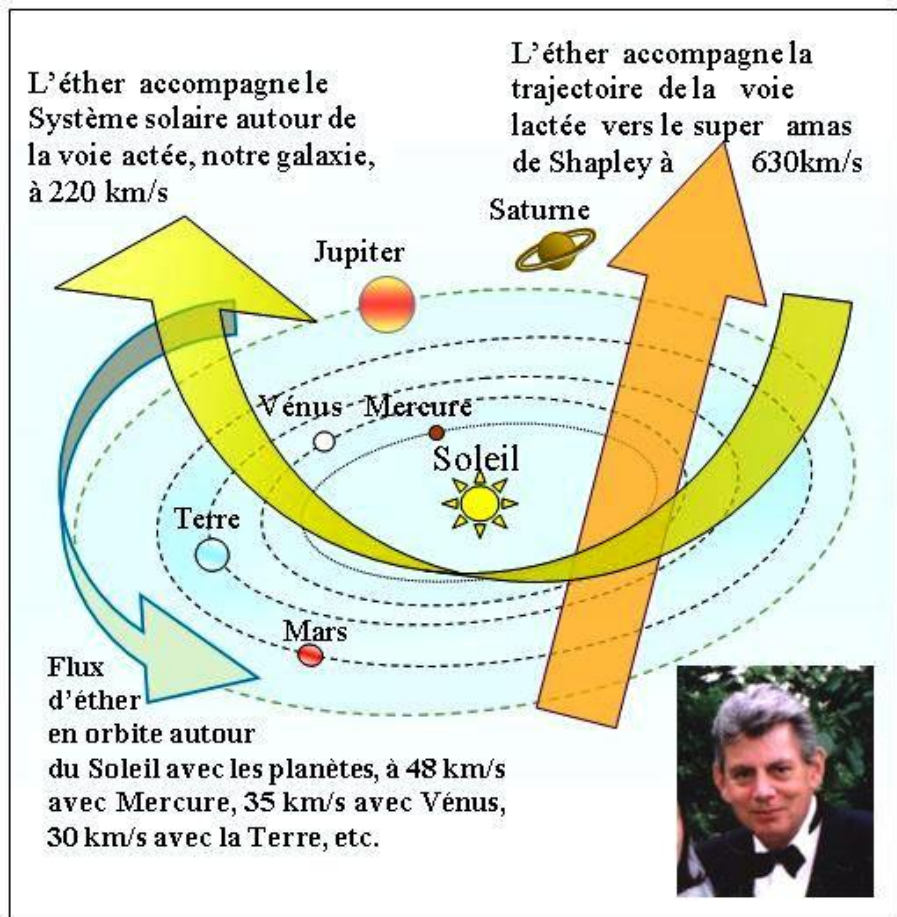
Supposons que l'éther, masse, énergie, ou les deux, obéisse aux lois de la gravitation. En langage relativiste « l'éther suit les géodésiques de l'espace-temps », et donc accompagne tous les corps en chute libre et tombe à la même vitesse, indépendante de leurs masses.

A proximité de la Terre, localement, l'éther est immobile dans le référentiel de la Terre. Et, c'est valable pour tous les corps célestes.

L'éther accompagne la Terre comme les planètes, étoiles ou galaxies.

L'éther d'Einstein est en chute libre avec tous les corps célestes de l'univers. Pas de frottement. De plus, il accompagne chaque corps céleste dont l'attraction l'attire également. De ce fait la vitesse de la lumière est la même dans le référentiel de chaque corps céleste. Le deuxième postulat d'Einstein est validé sans ambiguïté.

Serait-ce si facile et aussi simple ?



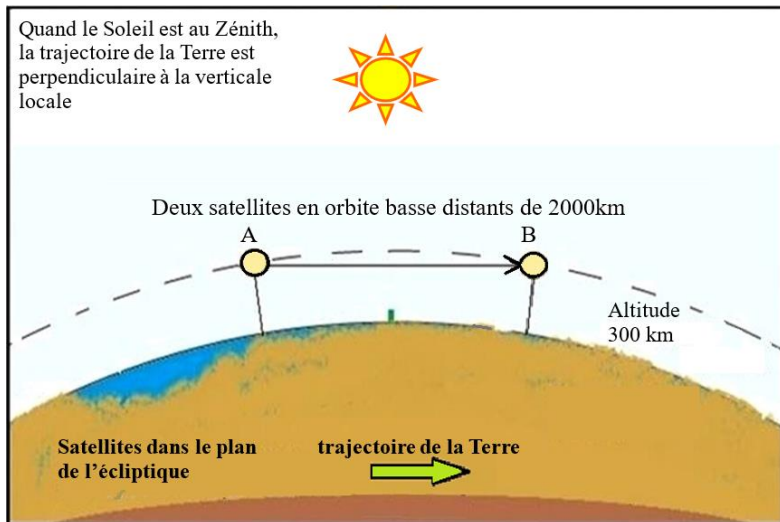
Trop simple, si cela est prouvé d'ici peu de temps tout le monde dira que c'était évident. Et bien non, un support dont le mouvement s'adapte partout dans l'univers, c'est stupéfiant, et Einstein lui-même qui avait toutes les données ne la pas trouvée. Néanmoins, cette découverte, si elle est validée lui revient de plein droit.

# Expériences à réaliser

Pour vérifier si l'éther accompagne la Terre, on peut utiliser un référentiel se déplaçant à proximité de celle-ci avec une vitesse suffisante pour que le vent d'éther accompagnant la Terre puisse être détecté. Ce référentiel doit être dépourvu de masses capable d'entraîner l'éther avec lui.

Dans son article de 1905 Einstein étudie la mesure d'une tige AB dans son propre référentiel, puis depuis un autre référentiel qui observe le référentiel de la tige qui est en mouvement par rapport à lui, qui est, par convention, réputé immobile. Pour vérifier si l'éther accompagne la Terre, il suffit d'utiliser un référentiel se déplaçant à proximité de celle-ci avec une vitesse suffisante pour que le vent d'éther généré puisse être détecté. Ce référentiel doit être dépourvu de masse capable d'entraîner l'éther avec lui.

Satellites en orbite basse, dans le plan de l'écliptique.



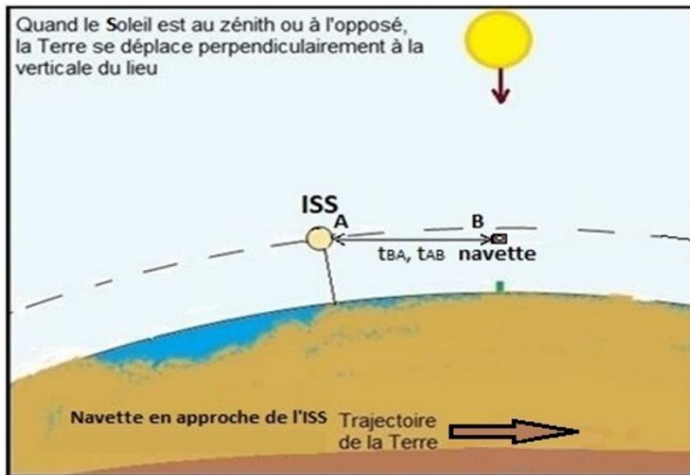
Sur la même orbite, distants de 2000km et on mesure le temps mit par la lumière pour aller de A à B puis pour en revenir. Si l'éther

accompagne la Terre, mais pas le référentiel AB, le temps aller sera plus ou moins différent du temps retour. Si c'est le cas, ce sera la preuve que l'éther accompagne la Terre mais pas des satellites, sinon l'hypothèse sera rejetée.

### Sonde sur l'orbite de la Terre en sens inverse



### Le plus simple



Utiliser la station spatiale et une navette en approche au moment où leurs positions sont les plus proches de la trajectoire de la Terre



# Bibliographie

Albert Einstein, De l'électrodynamique des corps en mouvement  
Traduit en français en décembre 2012. Autorisation formelle  
accordée, le 13 décembre 2012, par le traducteur de la version française,  
qui désire conserver l'anonymat, de diffuser cet article dans Les  
Classiques des sciences sociales.

[https://classiques.uqam.ca/classiques/einstein\\_albert/Electrodynamique/Electrodynamique.pdf](https://classiques.uqam.ca/classiques/einstein_albert/Electrodynamique/Electrodynamique.pdf)

Wikipédia Éther (physique)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89ther\\_\(physique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89ther_(physique))

Albert Einstein, « L'éther et la théorie de la relativité. La géométrie  
et l'expérience » (M. Solovine, Trad.). Paris : Gauthier-Villars. 3e édition  
1964

1907 une idée heureuse :

<https://theconversation.com/einstein-et-les-ondes-gravitationnelles-une-heureuse-idee-vraiment-54706>

# Table des matières

## Table des matières

Introduction .....	1
La relativité de Galilée .....	2
James Clerk Maxwell la lumière est une onde électromagnétisme ...	4
L'éther du 19è siècle.....	5
Les transformations de Lorentz-Poincaré .....	6
Einstein 1905 l'année merveilleuse .....	7
De l'électrodynamique des corps en mouvement .....	9
Partie cinématique .....	11
§1. Définition de la simultanéité .....	11
§ 2. Sur la relativité des longueurs et des temps.....	12
§ 3. Théorie de la transformation des coordonnées et du temps .....	15
La relativité générale, L'éther d'Einstein .....	18
Nouvelle hypothèse pour l'éther .....	21
Expériences à réaliser.....	23
Satellites en orbite basse, dans le plan de l'écliptique. ....	23
Sonde sur l'orbite de la Terre en sens inverse .....	24
Le plus simple.....	24
Bibliographie .....	25
Table des matières .....	26