



HAL
open science

SUR LA MESURE DU TEMPS DANS UN ESPACE QUADRIDIMENSIONNEL PLATONICIEN

Alain Jégat

► **To cite this version:**

Alain Jégat. SUR LA MESURE DU TEMPS DANS UN ESPACE QUADRIDIMENSIONNEL PLATONICIEN. 2016. hal-01374546

HAL Id: hal-01374546

<https://hal.science/hal-01374546v1>

Preprint submitted on 30 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

*SUR LA MESURE DU TEMPS
DANS UN ESPACE QUADRIDIMENSIONNEL PLATONICIEN
ABOUT TIME MEASUREMENT IN A PLATONIC QUADRIDIMENSIONAL SPACE*

Alain Jégat

Résumé

À travers l'observation d'un oscillateur élémentaire, les concepts de synchronisation, de temps propre et impropre, cet article a pour objet premier d'exposer les raisonnements qui ont conduit à la définition initialement émise pour la mesure du temps par les référentiels inertiels dans cet espace (cf. hal-01081576, v1. *Un modèle platonicien (euclidien-projectif) pour la théorie de la relativité restreinte*).

Il propose également une réflexion ouverte sur différentes conceptions possibles du temps dans un espace quadridimensionnel platonicien qui conduit, via le caractère projectif de cet espace, à relier les points de vue newtoniens (élargis) et relativistes.

Abstract

Through the observation of an elementary oscillator, concepts of synchronization, proper and improper time, this article aims to expose the reasoning that led to the definition originally made for the measurement of time by inertial frames in this space (cf. hal-01165196, v1. *A platonic (euclidean-projective) model for the special theory of relativity*).

It also offers an open reflection about different possible concepts of time in a four-dimensional Platonic space that leads, through the projective character of this space, to connect the (enlarged) Newtonian and relativistic points of view.

1. Le cadre géométrique

Cette modélisation a pour cadre l'espace platonicien proposé dans les articles intitulés :

« UN MODÈLE PLATONICIEN (EUCLIDIEN-PROJECTIF) POUR LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ RESTREINTE » (pré-publication hal-01081576, version 1).

« A PLATONIC (EUCLIDEAN-PROJECTIVE) MODEL FOR THE SPECIAL THEORY OF RELATIVITY » (pré-publication hal-01165196, version 1).

L'espace quadridimensionnel euclidien est rapporté à un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k}, \vec{h})$, dont les axes sont notés (OX) , (OY) , (OZ) , (Ow) ; la direction de la projection est celle du vecteur \vec{h} . On considère un mobile ponctuel P en déplacement rectiligne uniforme. Nous associerons à ce mobile P l'hyperplan H_P le contenant et orthogonal à la direction de son déplacement. Les points de cet hyperplan, qui ont ainsi des trajectoires parallèles à celle de P , constitueront ce que nous nommerons par la suite les « observateurs » du référentiel lié à P . Pour alléger les schémas suivants, nous ne considérerons que des mobiles dont le déplacement s'effectue dans le plan (XOw) , ainsi que les « observateurs » liés à P situés dans ce plan.

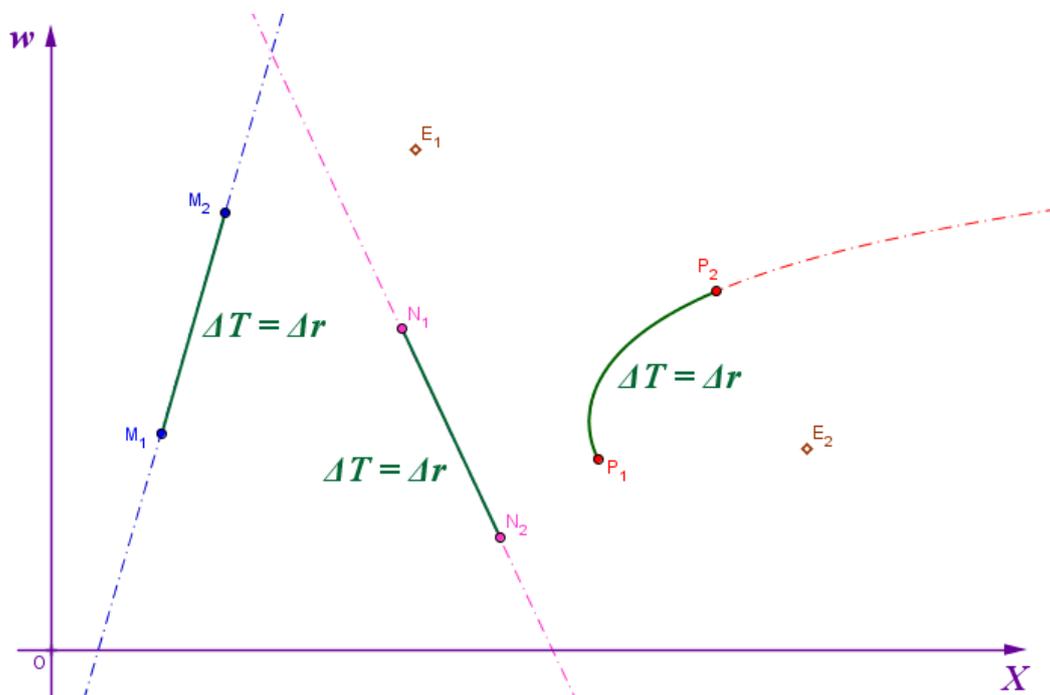
Nous noterons d_α la droite parcourue par P , \vec{u}_α son vecteur directeur unitaire (orienté dans le sens du déplacement), R_α le référentiel lié à P , où α est l'angle $(\vec{i}, \vec{u}_\alpha)$ (α non multiple de π).

2. Notion de temps absolu

Nous rappelons ici le concept de temps absolu introduit dans l'article hal-01333681.

Compte-tenu du mouvement régulier des objets observés dans l'univers platonicien (« entre deux observations, les distances parcourues par tous les objets observés sont égales, quelle que soit leur trajectoire »), et en référence aux concepts newtoniens (« le temps absolu, vrai et mathématique, sans relation à rien d'extérieur, coule uniformément »), nous pouvons introduire une notion de durée absolue de la façon suivante :

"Le **temps absolu** ΔT entre deux événements est la distance parcourue par (tous) les mobiles entre ces deux événements".



Ainsi, sur le schéma ci-dessus, si l'événement E_1 se produit alors que les mobiles M , N et P sont respectivement en M_1 , N_1 et P_1 et si l'événement E_2 se produit alors que les mobiles M , N et P sont respectivement en M_2 , N_2 et P_2 , on peut définir la **durée absolue** ΔT séparant ces deux événements par $\Delta T = \Delta r$.

Il est à noter que, dans cet univers platonicien, on peut ainsi introduire une notion de temps absolu qui se mesure en **mètres**.

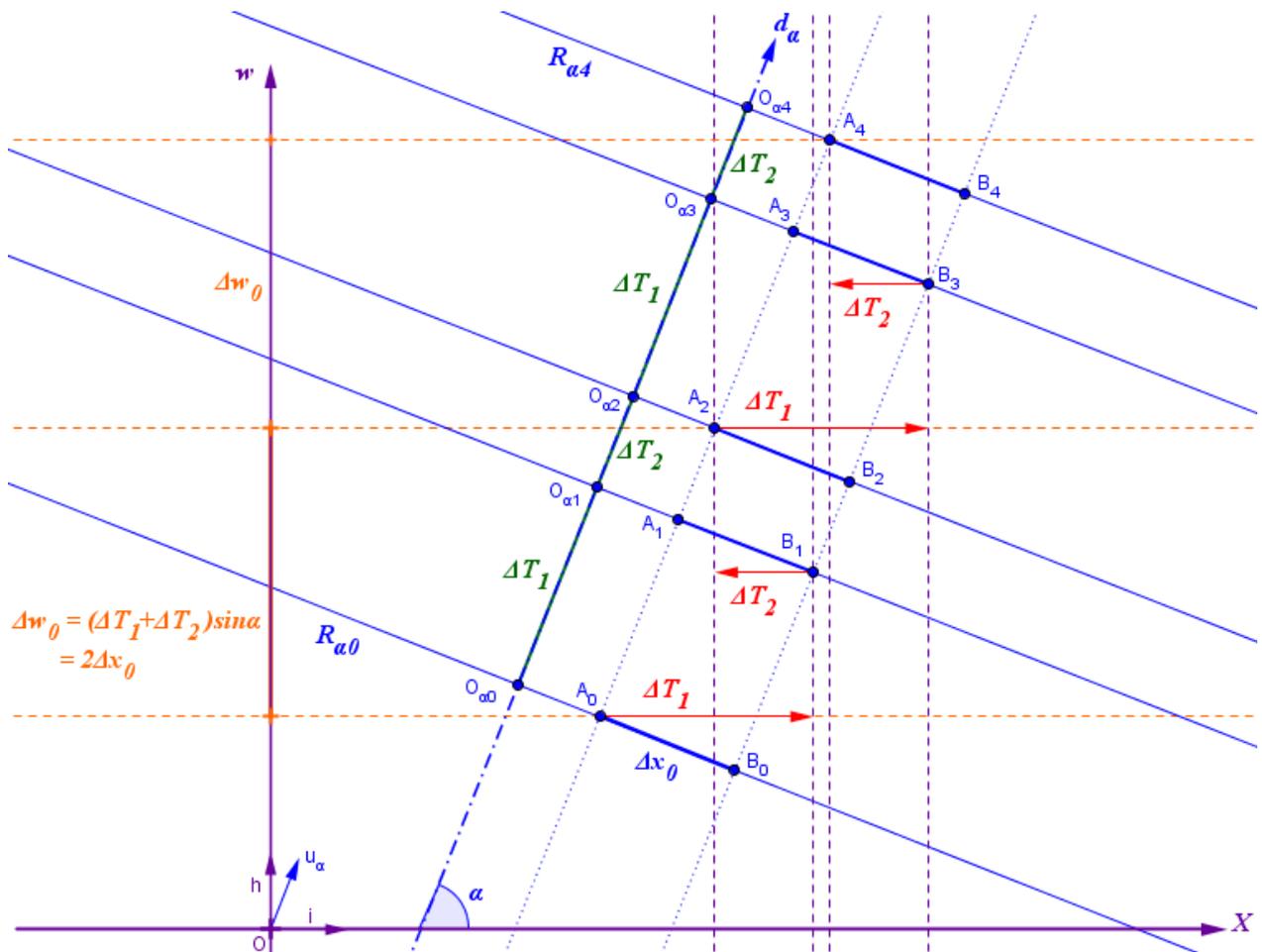
3. Mesure du temps dans un référentiel R_α

3.1 Présentation d'un oscillateur élémentaire

Les idées et raisonnements développés dans cet article vont prendre appui sur l'hypothèse complémentaire suivante (qui, cohérente avec l'ensemble des articles précédents, était alors une conséquence de la définition des mesures temporelles):

« la propagation des ondes électromagnétiques s'effectue dans l'espace platonicien selon les directions orthogonales au vecteur \vec{h} . »

La notion de temps qui nous est familière s'inspire de phénomènes physiques périodiques. Nous allons présenter ici un oscillateur élémentaire dont l'examen va nous permettre, dans les paragraphes suivants, d'éclairer la définition adoptée pour la mesure du temps dans le modèle platonicien.



Sur le schéma ci-dessus sont représentés deux observateurs A et B d'un référentiel R_α , séparés dans ce référentiel par une distance égale à Δx_0 .

Une onde électromagnétique est émise de A vers B lorsque A est en A_0 .

Elle est perçue par B lorsqu'il est en B_1 (A est alors en A_1) après une durée absolue égale à ΔT_1 , puis réémise vers A .

A perçoit l'onde réémise par B lorsqu'il est en A_2 (B étant alors en B_2), après une durée absolue égale à ΔT_2 .

Elle est alors réémise vers B , et ainsi de suite...

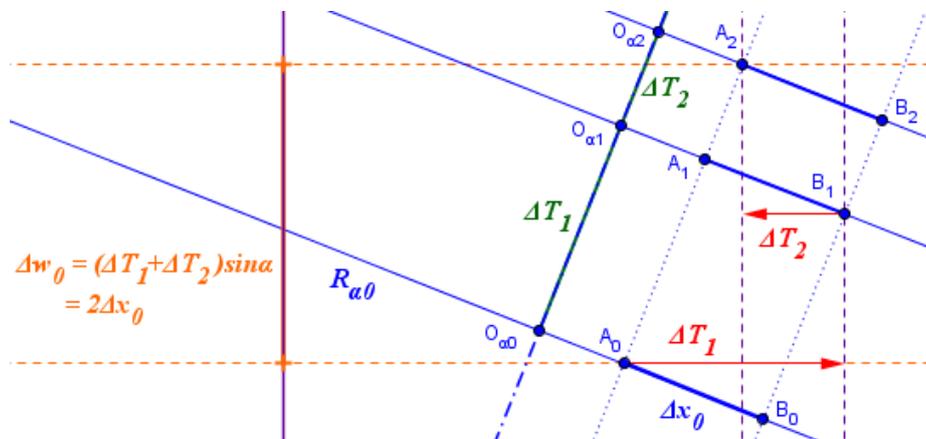
Un calcul élémentaire conduit à :

$$\Delta T_1 = \Delta x_0 \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} \text{ et } \Delta T_2 = \Delta x_0 \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha}, \text{ d'où } \Delta T_1 + \Delta T_2 = \frac{2\Delta x_0}{\sin \alpha}.$$

Puis, en posant $\Delta w_0 = w(A_2) - w(A_0)$ et avec $\Delta w_0 = (\Delta T_1 + \Delta T_2) \sin \alpha$,

nous obtenons l'égalité $\Delta w_0 = 2\Delta x_0$, **quelle que soit la mesure de l'angle α** .

Il est à noter que la notion de phénomène périodique *temporel* dans un référentiel R_α se traduit dans l'espace platonicien par une périodicité *géométrique* (ici, par exemple, par la reproduction du schéma de base ci-dessous par les translations de vecteurs $k(\Delta T_1 + \Delta T_2)\vec{u}_\alpha$, k entier).



3.2 Mesure du temps propre par un observateur O

Considérons un observateur O muni d'un tel oscillateur élémentaire.

Selon les résultats de l'expérience de Michelson-Morley, cet observateur sait que la durée Δt_0 de chaque oscillation est $\Delta t_0 = \frac{2\Delta x_0}{c}$.

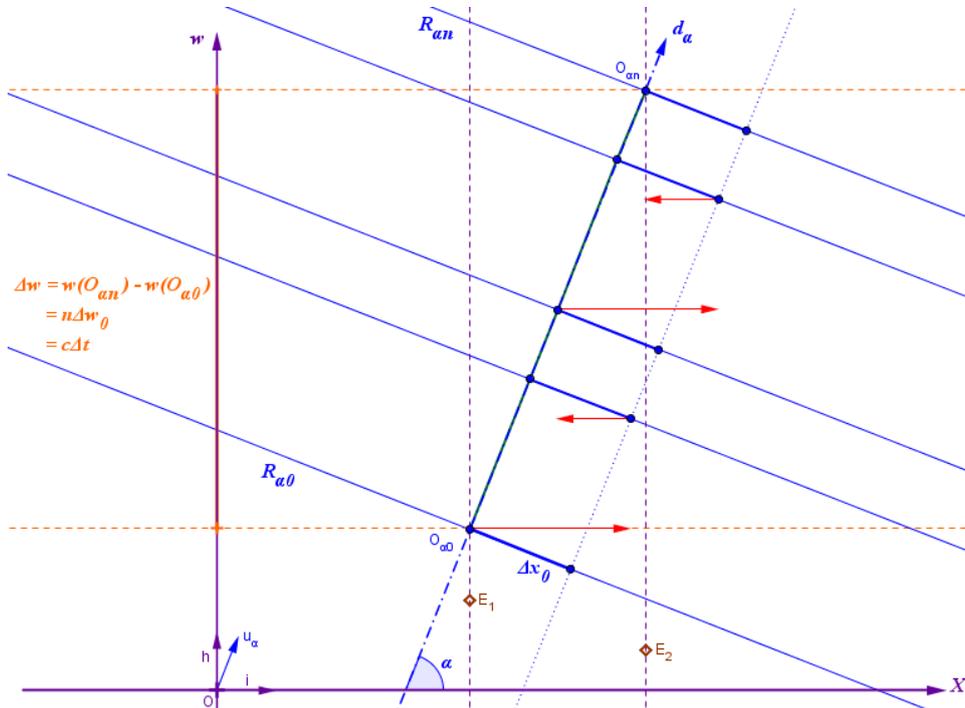
Si n désigne le nombre d'oscillations comptées entre deux événements E_1 et E_2 perçus par O , la mesure du temps propre Δt effectuée par cet observateur entre ces événements est $\Delta t = n\Delta t_0$.

Nous avons donc : $\Delta t = n\Delta t_0 = n \frac{2\Delta x_0}{c} = n \frac{\Delta w_0}{c}$.

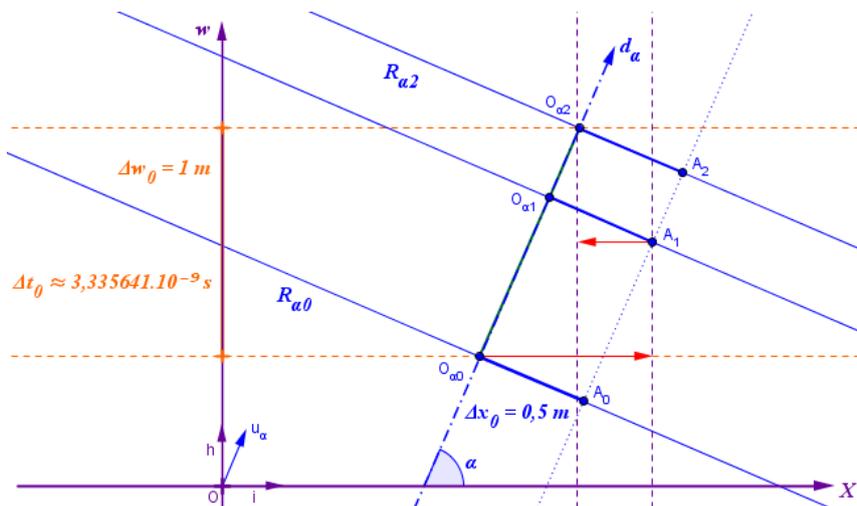
Avec par ailleurs $\Delta w = w(O_{an}) - w(O_{a0}) = n\Delta w_0$, nous obtenons :

$$c\Delta t = w(O_{an}) - w(O_{a0}).$$

Ainsi, la mesure du temps relatif propre pour un observateur d'un référentiel R_α correspond à la mesure de son déplacement suivant l'axe (Ow).



Quelle que soit la mesure de l'angle α (non multiple de π), notre système d'unités (S.I.) fait correspondre à un déplacement un mètre suivant cet axe l'écoulement d'une durée propre égale à $\frac{1}{299\,792\,458} \approx 3,335641 \cdot 10^{-9}$ s, ou encore fait correspondre cette durée à une occurrence de l'oscillateur décrit précédemment pour $\Delta x_0 = 0,5$ m.



Lors de la réception de ce signal, compte-tenu de sa vitesse c dans R_α , A règle son horloge sur $t_1 = t_0 + \frac{\Delta x}{c}$, où $\Delta x = O_\alpha A$. [1]

La durée absolue ΔT correspondant à la transmission de ce signal est :

$$\Delta T = \Delta x \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha},$$

et nous avons par ailleurs (cf schéma ci-dessus) :

$$\Delta w_1 = \Delta x \cos \alpha ; \Delta w_1 + \Delta w_2 = \Delta T \sin \alpha ,$$

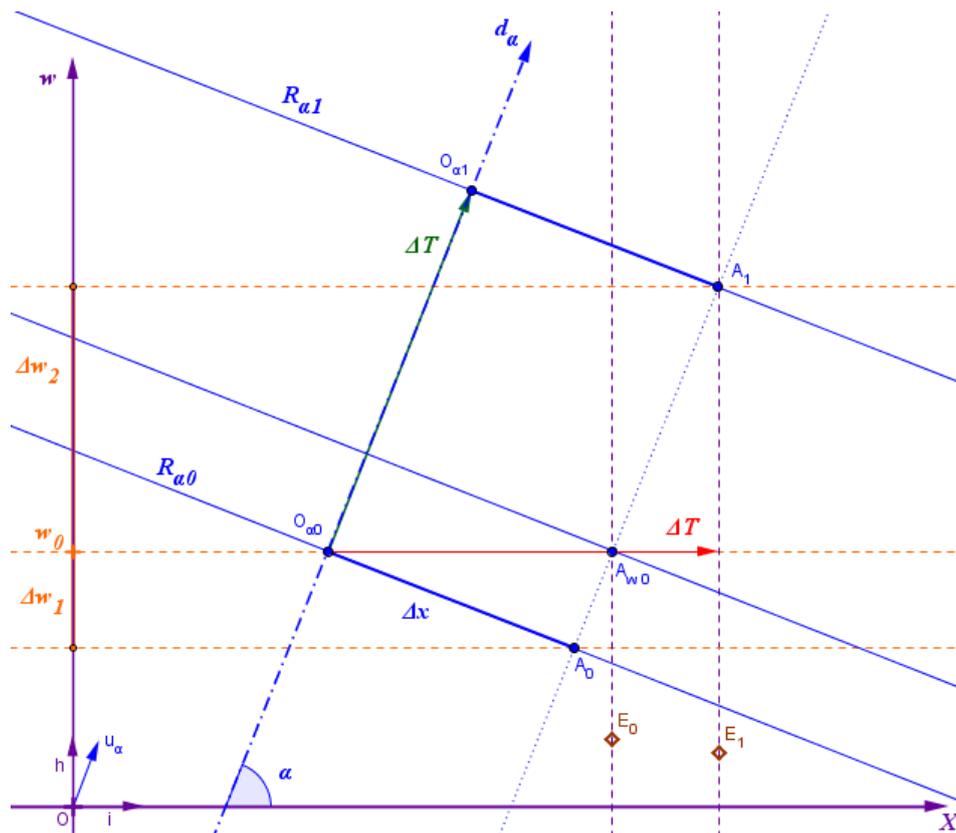
$$\text{d'où } \Delta w_2 = \Delta x .$$

En d'autres termes, à partir de la synchronisation proposée en [1], l'instant t_1 correspondant à la réception de ce signal en A vérifie :

$$t_1 = t_0 + \frac{\Delta x}{c} = t_0 + \frac{\Delta w_2}{c}, \text{ i.e. } ct_1 = ct_0 + \Delta w_2 . \quad [2]$$

Ce résultat conduit à la remarque suivante :

en se déplaçant de A_0 à A_1 , l'observateur A est amené à traverser l'hyperplan d'équation $w = w_0$. Désignons cet événement par E_0 , la position de A correspondante par A_{w_0} et désignons l'événement « A est en A_1 » par E_1 (cf schéma ci-dessous).



Nous avons donc, en appliquant au temps propre Δt mesuré par A entre ces événements E_0 et E_I le résultat obtenu au 3.2 : $c\Delta t = w(A_I) - w(A_{w_0})$.

Puis, avec $\Delta w_2 = w(A_I) - w(A_{w_0})$ et [2], nous obtenons :

$$ct_1 - ct_0 = w(A_I) - w(A_{w_0}) \text{ i.e. } c\Delta t = ct_1 - ct_0.$$

Comme l'instant t_I correspond à l'événement « A est en A_I » et que la durée propre Δt correspond à « A s'est déplacé de A_{w_0} à A_I », il en ressort que, pour l'observateur A , l'événement « A est en A_{w_0} » correspond à l'instant $t = t_0$.

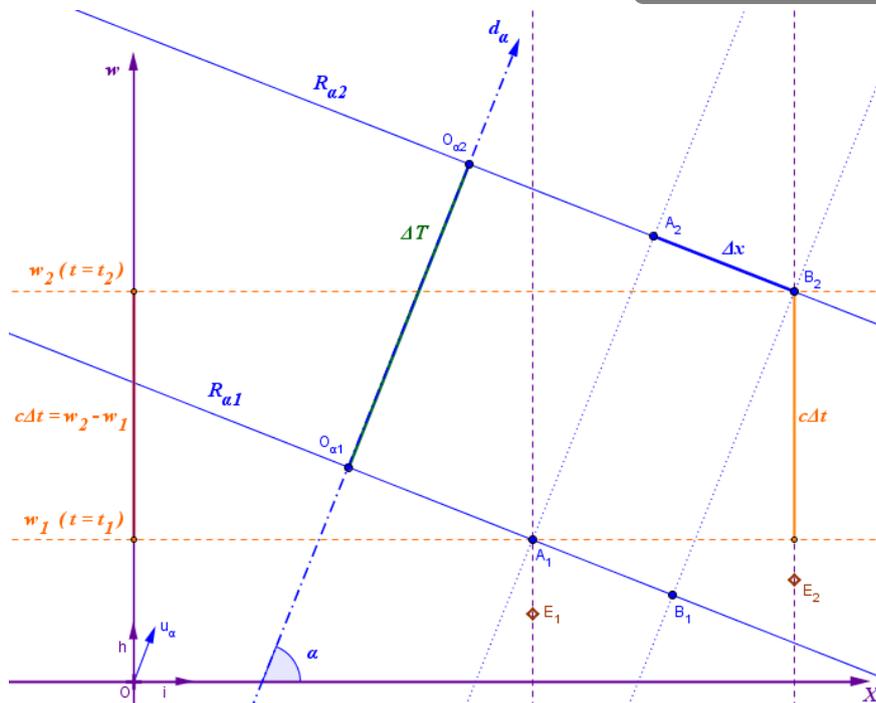
Ainsi, quel que soit l'observateur A de R_α , l'horloge de A est synchronisée avec celle de O_α si et seulement si, pour tout w_0 , les événements « $w(O_\alpha) = w_0$ » et « $w(A) = w_0$ » correspondent à un même instant propre t_0 pour O_α et A .

On constate ainsi que les horloges de R_α sont *synchronisées* si l'instant $t = t_0$ correspond pour chacun des observateurs de R_α à sa traversée de l'hyperplan d'équation $w = w_0$.

3.4 Mesure d'une durée impropre dans un référentiel R_α

Les horloges de R_α étant ainsi synchronisées, considérons deux événements E_I et E_2 perçus respectivement dans R_α par l'observateur A (alors situé en A_I) à l'instant t_1 et par l'observateur B (alors situé en B_2) à l'instant t_2 .

La durée Δt séparant des deux événements dans R_α étant définie par $\Delta t = t_2 - t_1$, il découle immédiatement du constat précédent que $c\Delta t = w(B_2) - w(A_I)$.



3.5 Relation entre temps absolu et temps relatif

Considérons deux événements E_1 et E_2 perçus respectivement dans R_α par l'observateur A (alors situé en A_1) à l'instant t_1 et par l'observateur B (alors situé en B_2) à l'instant t_2 .

Notons Δt et Δx la durée et la distance séparant ces deux événements dans R_α (cf. schémas précédents).

À partir des relations $\Delta x = \frac{\Delta X - \Delta T \cos \alpha}{\sin \alpha}$ et $c\Delta t = \frac{\Delta T - \Delta X \cos \alpha}{\sin \alpha}$ (1)

on obtient : $\Delta T = \frac{\Delta x \cos \alpha + c\Delta t}{\sin \alpha}$ (et $\Delta X = \frac{\Delta x + c\Delta t \cos \alpha}{\sin \alpha}$).

En particulier, pour un observateur A quelconque, la durée propre séparant deux événements correspond à $\Delta x = 0$ et donc $\Delta T = \frac{c\Delta t}{\sin \alpha}$, ou encore $\Delta t = \frac{\Delta T \sin \alpha}{c}$.

Ce qui traduit, en fait, que la mesure du temps propre qui nous est familière (le temps mesuré par nos horloges) correspond dans l'espace platonicien à la mesure de la composante selon l'axe (Ow) du temps absolu (au coefficient $1/c$ près).

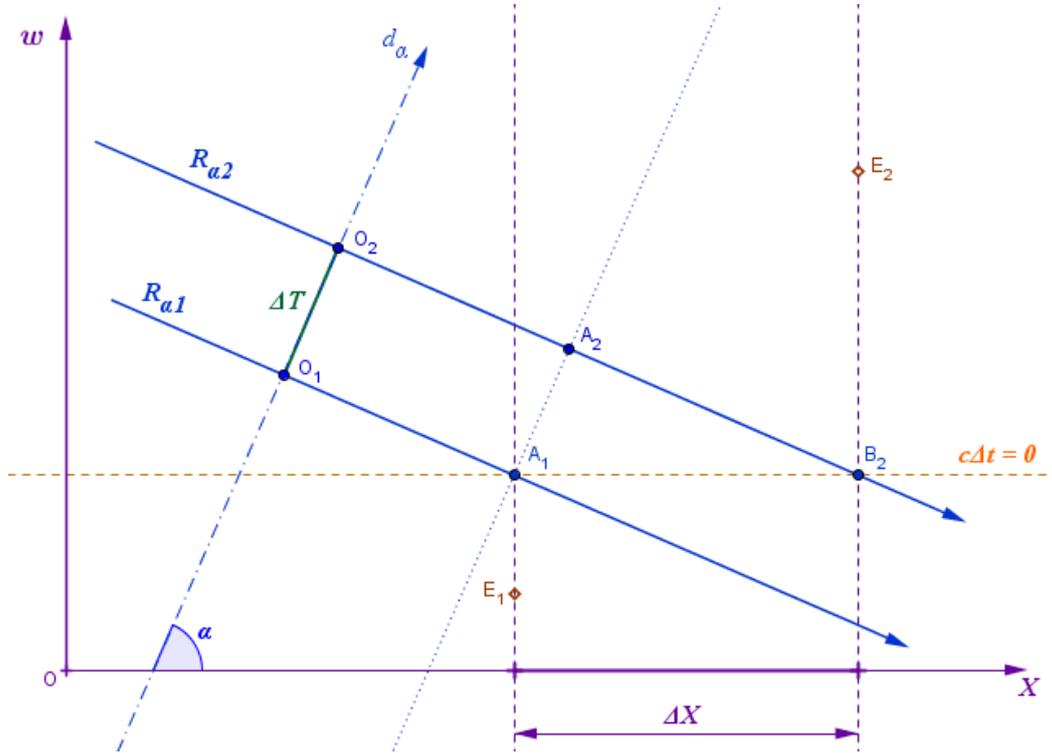
Pour terminer, dans le cas très particulier d'un observateur qui serait lié à un photon, toute durée propre est nulle ($\sin \alpha = 0$), ce qui correspond bien à un déplacement photonique dont la direction est contenue dans un hyperplan orthogonal à \vec{h} (composante nulle du temps absolu selon l'axe (Ow)).

Remarque : les relations (1) offrent un lien entre les concepts newtoniens absolus (adaptés ici à l'espace platonicien) et les concepts relativistes qui nous sont familiers. Ce lien est développé à partir du paragraphe 3.7 où il nous permettra de retrouver la transformation de Lorentz.

3.6 Simultanéité – Causalité

3.6.1. Simultanéité

Par définition, deux événements E_1 et E_2 perçus respectivement en A_1 et B_2 sont dits *simultanés* dans le référentiel R_α si et seulement si l'intervalle de temps Δt les séparant est nul ; i.e. $w(B_2) = w(A_1)$.



Cette situation correspond pour ces deux événements E_1 et E_2 à l'égalité :

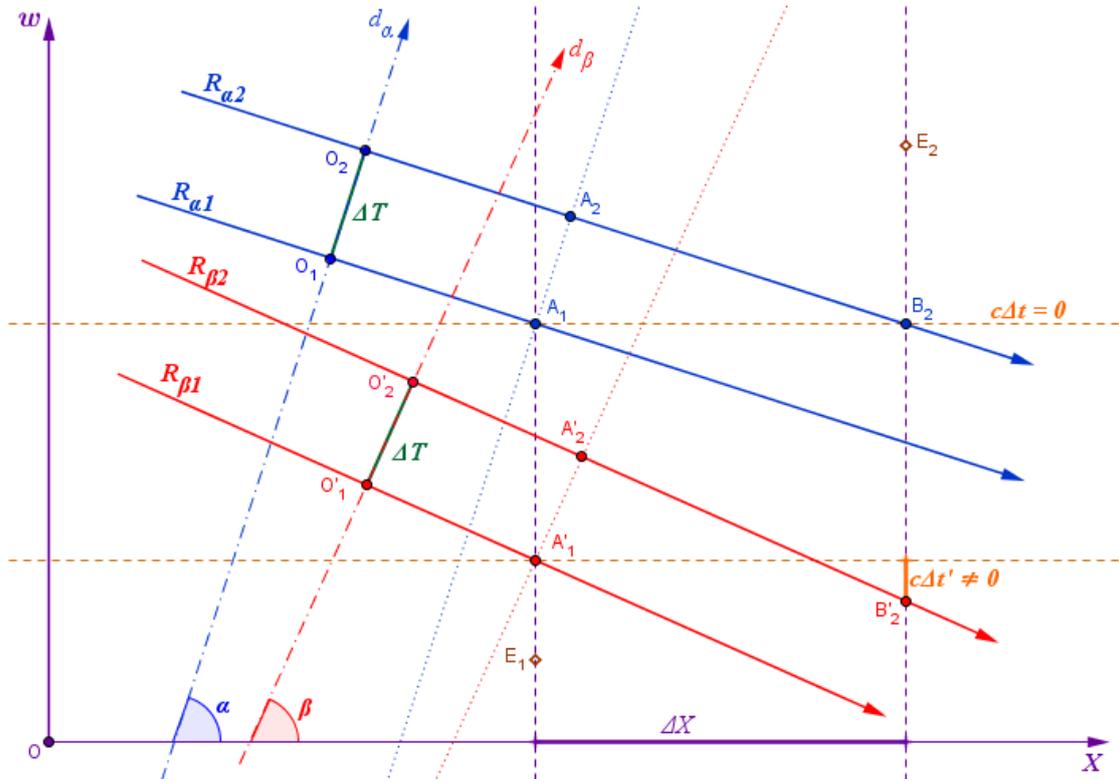
$$\cos \alpha = \frac{\Delta T}{\Delta X}, \text{ où } \Delta T \text{ désigne la durée absolue les séparant.}$$

Ainsi, deux événements E_1 et E_2 ne peuvent être perçus simultanément **par aucun référentiel** R_α si $|\Delta T| > |\Delta X|$ (de tels événements peuvent par contre être liés par une relation de **causalité** – cf. paragraphe suivant –).

A contrario, si $|\Delta T| < |\Delta X|$, il existe toujours un référentiel R_α dans lequel ces événements peuvent être perçus simultanément (et ils ne peuvent donc pas être liés par une relation de **causalité**).

Remarquons encore que si $\alpha \neq \beta$, alors des phénomènes perçus simultanément dans R_α ne le sont pas dans R_β (*sur le schéma ci-après, les événements E_1 et E_2 sont perçus de façon simultanée par les observateurs A_1 et B_2 de R_α , mais sont séparés dans*

R_β par l'intervalle de temps $\Delta t' \neq 0$, avec $c\Delta t' = \Delta X \frac{\cos \alpha - \cos \beta}{\sin \beta} = \frac{-v/c \Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$).



3.6.2. Causalité

Conformément au point de vue adopté dans la théorie de la relativité restreinte, nous considérerons que si deux événements ne peuvent être joints à une vitesse inférieure ou égale à la vitesse de la lumière, alors ils sont sans lien causal direct.

Cette situation se traduit dans un référentiel R_α par l'inégalité $\Delta x > c\Delta t$,

qui entraîne $\Delta x(1 - \cos \alpha) > c\Delta t(1 - \cos \alpha)$

et, par suite $\Delta x + c\Delta t \cos \alpha > \Delta x \cos \alpha + c\Delta t$,

et donc, avec les relations établies au paragraphe 3.5 : $|\Delta X| > |\Delta T|$.

Il n'y a donc une *causalité* possible entre les événements E_1 et E_2 que si $|\Delta T| \geq |\Delta X|$.

À noter que le cas $|\Delta T| = |\Delta X|$ correspond au cas où les événements E_1 et E_2 peuvent être liés par un signal électromagnétique.

Comme attendu, on constate ainsi que si deux événements peuvent être liés par un lien causal dans un référentiel galiléen R_α , alors ils peuvent l'être aussi dans tout référentiel galiléen. En effet :

$$|\Delta T| \geq |\Delta X| \Rightarrow |c\Delta t| \geq |\Delta x|,$$

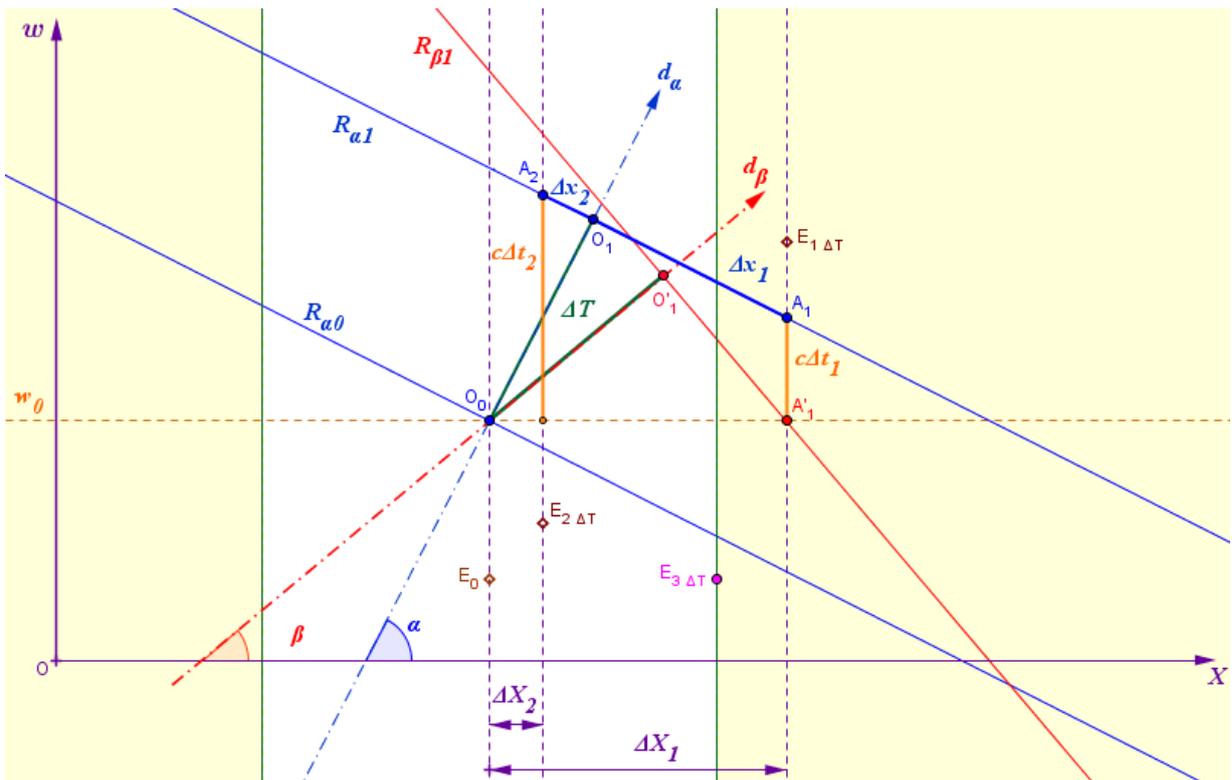
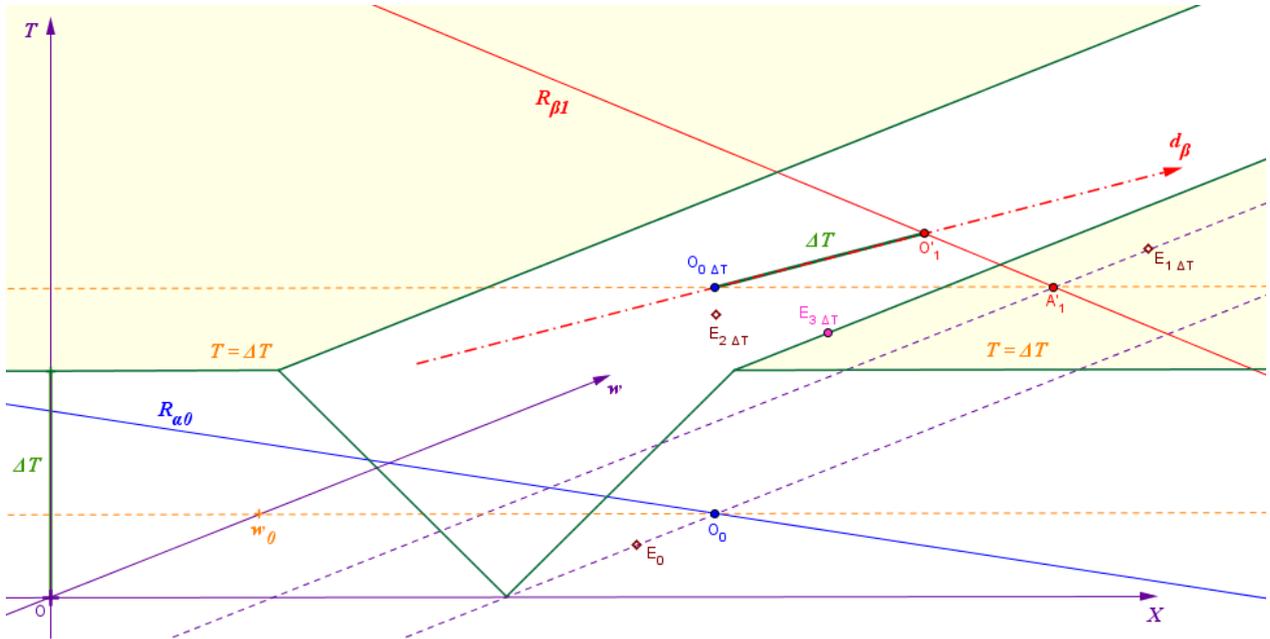
quel que soit α non multiple de π (cf. calculs ci-dessus).

Enfin, pour reformuler un constat évoqué dans le paragraphe précédent, nous rappellerons que *deux événements ne peuvent être liés par une relation de causalité s'il existe un référentiel R_α dans lequel ils sont perçus simultanément (et réciproquement).*

3.6.3. Prisme de lumière

Par analogie avec le « cône de lumière » évoqué dans la théorie de la relativité restreinte, nous pouvons représenter par un « prisme de lumière » (dans un espace à cinq dimensions, la cinquième dimension repérant l'écoulement du temps absolu T) la zone sans lien causal avec l'observateur, à savoir la partie extérieure au prisme.

Ce « prisme » est ici simplifié dans une représentation tridimensionnelle, dont l'hyperplan d'équation $T = \Delta T$, représenté sur le second schéma en deux dimensions, est commenté à la page suivante .



Un événement E_0 est perçu par l'observateur O de R_α à l'instant absolu $T = 0$.

Considérons les trois événements $E_{1\Delta T}$, $E_{2\Delta T}$, $E_{3\Delta T}$ survenant après une durée absolue ΔT .

- ✓ Pour $E_{1\Delta T}$, nous avons $|\Delta X_1| > |\Delta T|$: il existe donc un référentiel R_β dans lequel E_0 et $E_{1\Delta T}$ sont perçus *simultanément* (avec ici $\cos \beta = \frac{\Delta T}{\Delta X_1}$, la perception de $E_{1\Delta T}$ étant effectuée dans R_β par l'observateur A' alors situé en A'_1) ; E_0 et $E_{1\Delta T}$ ne peuvent donc être liés par une relation *causale*.
- ✓ Pour $E_{2\Delta T}$, nous avons $|\Delta X_2| < |\Delta T|$: il n'existe donc aucun référentiel R_β dans lequel E_0 et $E_{2\Delta T}$ sont perçus *simultanément*; E_0 et $E_{2\Delta T}$ peuvent donc être liés par une relation *causale*.
- ✓ Pour $E_{3\Delta T}$, nous avons $|\Delta X_3| = |\Delta T|$: E_0 et $E_{3\Delta T}$ peuvent donc être liés par une relation causale (un signal lumineux, par exemple).

Pour élargir le point de vue exprimé aux paragraphes 3.6.1 et 3.6.2, on pourrait toutefois aussi imaginer dans ce cas limite l'existence d'un référentiel R_β lié par exemple à un photon dans lequel E_0 et $E_{3\Delta T}$ sont perçus simultanément puisque dans ce cas toute durée propre est nulle (cf. paragraphe 3.5).

Remarque : dans la situation schématisée ci-dessus, la simultanéité des événements E_0 et

$E_{1\Delta T}$ dans le référentiel R_β , qui correspond à l'égalité $\cos \beta = \frac{\Delta T}{\Delta X_1}$, se

traduit aussi par l'égalité $\frac{v}{c} = \frac{c\Delta t_1}{\Delta x_1}$, où v désigne la vitesse de R_β mesurée

par R_α (avec $\frac{v}{c} = \frac{\cos \beta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha \cos \beta}$), Δx_1 désigne la distance séparant les

événements E_0 et $E_{1\Delta T}$ dans le référentiel R_α , Δt_1 la durée séparant les

événements E_0 et $E_{1\Delta T}$ dans le référentiel R_α .

L'égalité $\frac{v}{c} = \frac{c\Delta t_1}{\Delta x_1}$ correspond bien, avec la transformation de Lorentz

rappelée au paragraphe suivant, à $\Delta t' = 0$ (où $\Delta t'$ désigne la durée séparant les événements E_0 et $E_{1\Delta T}$ dans le référentiel R_β).

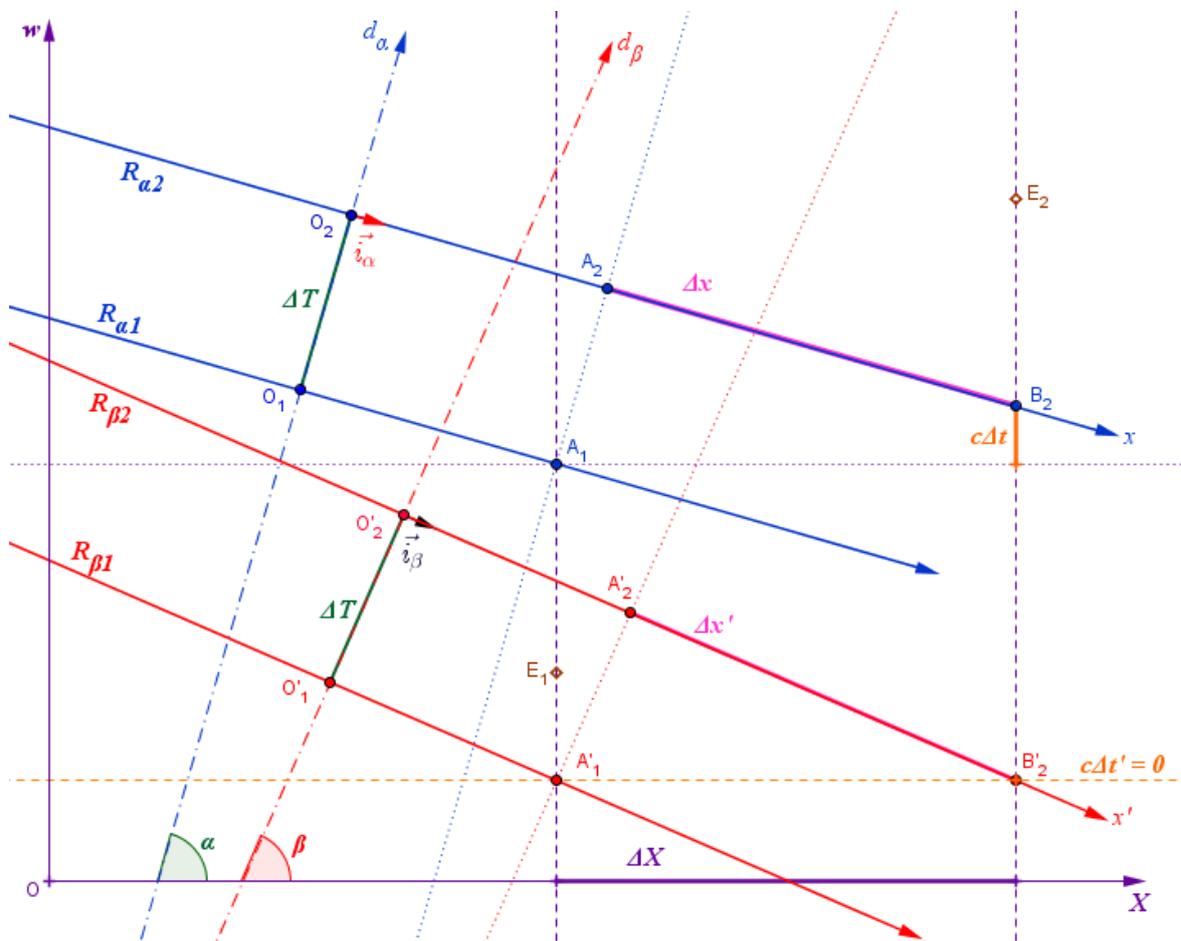
De même, on a :
$$c\Delta t - \frac{v}{c}\Delta x = \frac{(\Delta T - \Delta X \cos \beta) \sin \alpha}{1 - \cos \alpha \cos \beta},$$

d'où découle :
$$\frac{c\Delta t - \frac{v}{c}\Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\Delta T - \Delta X \cos \beta}{\sin \beta}, \text{ i.e. } c\Delta t' = \frac{c\Delta t - \frac{v}{c}\Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

3.7.2. Contraction des longueurs

Lorsque $c\Delta t' = 0$, on a : $c\Delta t = \frac{\cos \beta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha \cos \beta} \Delta x$, d'où l'on déduit :

$$\Delta x' = \frac{\sin \alpha \sin \beta}{1 - \cos \alpha \cos \beta} \Delta x, \text{ i.e. } \Delta x' = \Delta x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$



Cette contraction des longueurs est illustrée ci-dessus à partir de $c\Delta t' = 0 \Leftrightarrow \Delta X = \frac{\Delta T}{\cos \beta}$.

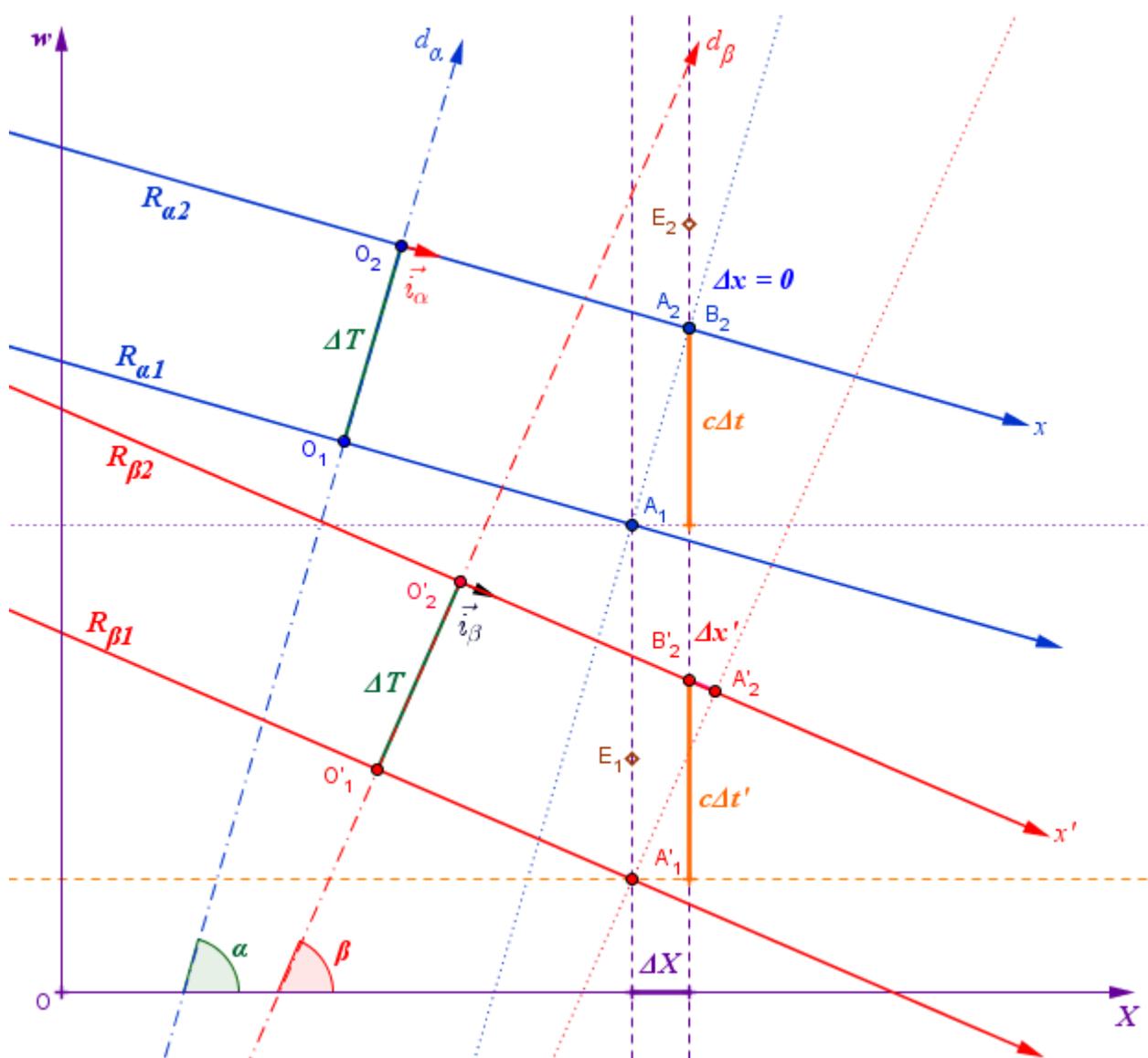
3.7.3. Dilatation des durées

De même, lorsque $\Delta x = 0$, on a :

$$c\Delta t' = \frac{1 - \cos \alpha \cos \beta}{\sin \alpha \sin \beta} c\Delta t, \text{ i.e. } c\Delta t' = \frac{c\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Cette dilatation des durées est illustrée ci-après à partir de :

$$\Delta x = 0 \Leftrightarrow \Delta X = \Delta T \cos \alpha.$$



3.7.4. Illustration : la durée de vie du muon

Une illustration des relations précédentes concerne la durée de vie du muon, particule instable dont la durée de vie au repos est d'environ $\Delta t = 2,2 \mu s$.

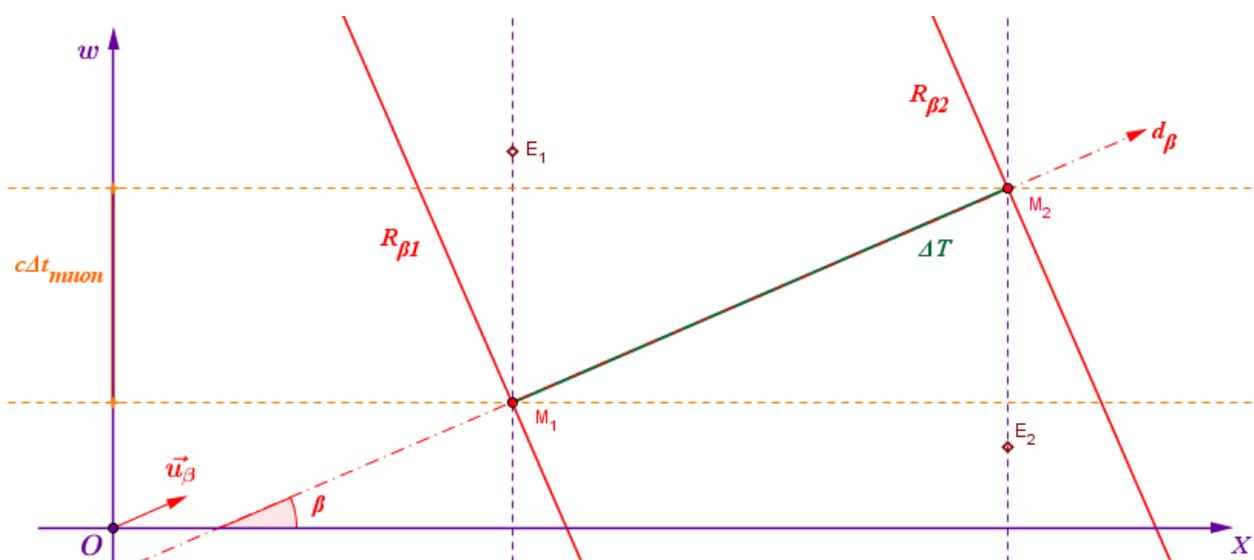
La durée de vie d'un muon se déplaçant par exemple à une vitesse $v \approx 0,992c$ dans un

accélérateur de particules devient: $\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 17,4 \mu s$.

Pour alléger les schémas suivants, nous considérons que le déplacement du muon s'effectue dans le plan (XOw) .

- Considérons pour commencer un muon M se déplaçant selon une trajectoire dirigée par un vecteur \vec{u}_β , avec $\beta = (\vec{i}, \vec{u}_\beta)$.

Désignons par « durée de vie propre » de ce muon la durée, notée Δt_{muon} , séparant les événements E_1 : « création du muon » (M est alors en M_1) et E_2 : « désintégration du muon » (M est alors en M_2), mesurée dans un référentiel de repos R_β .



Nous avons la relation : $c\Delta t_{muon} = w(M_2) - w(M_1)$ (cf. paragraphe 3.2).

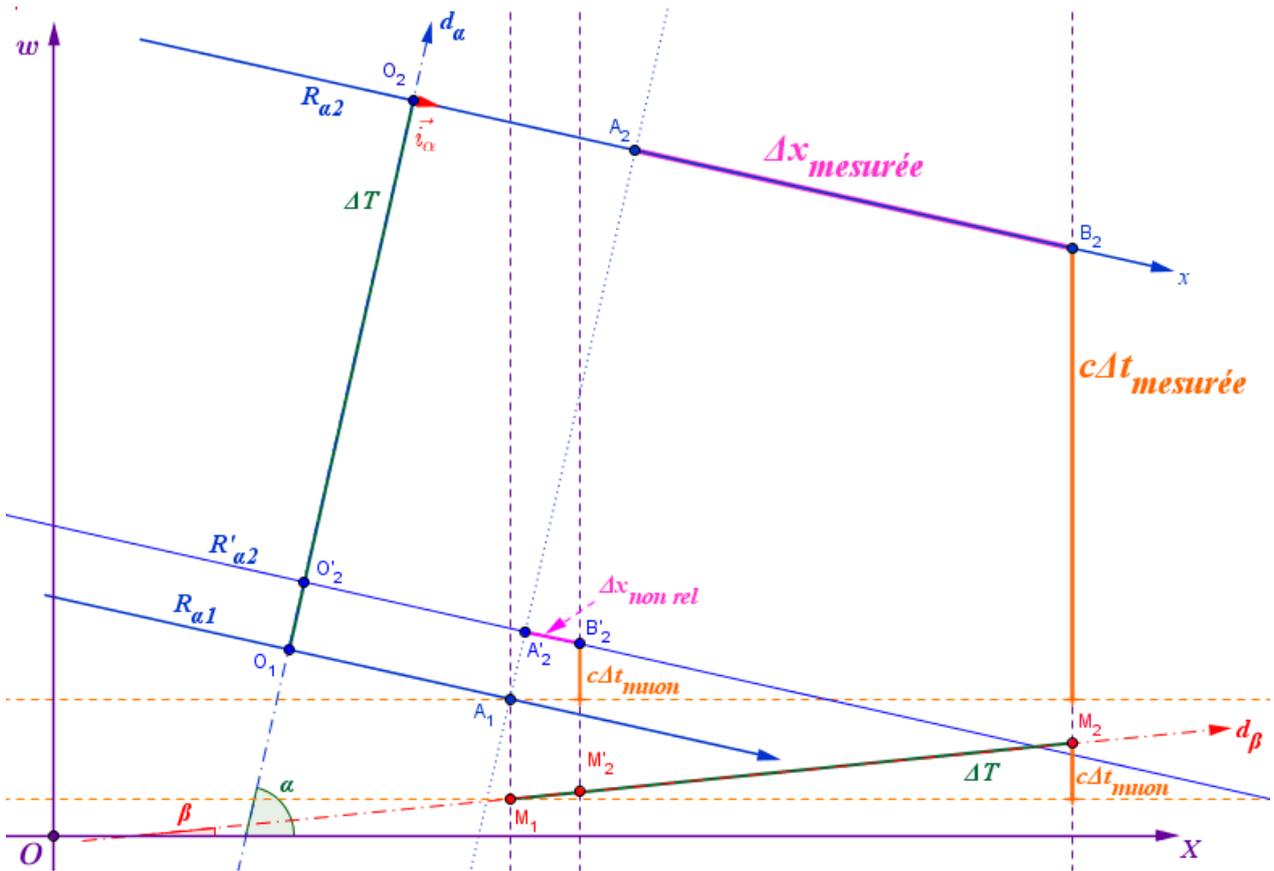
La durée absolue ΔT correspondant à la durée de vie propre du muon est donnée par :

$$\Delta T = \frac{c\Delta t_{muon}}{\sin \beta} \quad (\text{cf. paragraphe 3.5}).$$

L'hypothèse qui va sous-tendre ce paragraphe est que *la durée de vie propre du muon est indépendante de sa trajectoire dans l'espace platonicien.*

Ainsi, quel que soit le référentiel R_α , si le muon est au repos dans ce référentiel, sa durée de vie mesurée serait égale à Δt_{muon} .

- Considérons maintenant l'observation de ce muon par un référentiel R_α quelconque :



Commentaires

Le muon se déplace selon la direction d_β . Sa durée de vie propre est désignée par « Δt_{muon} ». Le muon est initialement situé en M_1 . Il est alors perçu par le référentiel d'observation R_α en A_1 . Sur ce schéma, on a $v \approx 0,992c$.

De façon non relativiste, après une durée mesurée dans R_α égale à la durée de vie Δt_{muon} , le muon serait sensé être perçu en fin de vie (supposée) en M'_2 par l'observateur B'_2 , après avoir parcouru la distance désignée dans R_α par « $\Delta x_{\text{non rel}}$ », avec $\Delta x_{\text{non rel}} = v\Delta t_{\text{muon}}$.

Or sa durée de vie propre Δt_{muon} le conduit jusqu'en M_2 , après l'écoulement de la durée absolue $\Delta T = \frac{c\Delta t_{\text{muon}}}{\sin \beta}$.

Il est alors, en fait, perçu dans R_α par l'observateur B_2 .

La distance ainsi parcourue par le muon, mesurée dans R_α , est désignée par $\Delta x_{\text{mesurée}}$ et sa durée de vie mesurée dans R_α est désignée par $\Delta t_{\text{mesurée}}$.

On retrouve sur cette illustration les relations relativistes usuelles:

$$c\Delta t_{\text{mesurée}} = \frac{c\Delta t_{\text{muon}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{et} \quad \Delta x_{\text{mesurée}} = \frac{\Delta x_{\text{non rel}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

4. Conclusion

Comme nous venons de le voir, cet article, à travers l'exposé de quelques idées génératrices du modèle platonicien, permet de proposer une approche géométrique du concept de temps qui nous est familier.

Depuis l'expérience de Michelson-Morley (dont une modélisation a été proposée dans l'article hal-01247382) et la naissance de la théorie de la relativité, notre mesure du temps s'appuie sur le dénombrement des occurrences d'un phénomène périodique de nature électromagnétique.

Pour un observateur donné mesurant la durée propre Δt séparant deux événements, cet article montre que cela conduit en fait à mesurer la composante selon l'axe (Ow) de la distance parcourue (i.e. de la durée absolue ΔT mesurée) par cet observateur dans l'espace platonicien.

Notre système d'unités faisant correspondre à une distance de un mètre ainsi parcourue une durée propre environ égale à $3,3356 \cdot 10^{-9}$ seconde, quelle que soit sa trajectoire.

Entre deux événements donnés, la relativité apparente du temps (et des distances) constatée par différents observateurs apparaît ainsi comme une conséquence directe de leurs différentes trajectoires... et montre que les concepts newtoniens absolus et les concepts relativistes ne sont pas aussi irréconciliables qu'on pourrait le penser : les seconds étant la conséquence d'une mesure partielle (projective) des premiers (adaptés à l'espace platonicien).

Est-il possible de mesurer l'écoulement intrinsèque du temps absolu séparant deux événements donnés (et non seulement sa composante selon l'axe (Ow))?

Si oui, notre vision contemporaine de la physique s'en trouverait de nouveau profondément modifiée.

5. Bibliographie

Einstein Albert (1916), Relativity: The Special and General Theory, New York: H. Holt and Company.

Isaac Newton, Andrew Motte : Philosophiae Naturalis Principia Mathematica; CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN-10: 1536887056, ISBN-13: 978-1536887051

De l'Allégorie de la Caverne à la Relativité Restreinte, Jégat Alain (2014) Les Éditions du Net, ISBN: 978-2-312-02454-7.

Physique quantique et représentation du monde, Erwin Schrödinger ; Seuil ISBN-10: 2020133199, ISBN-13: 978-2020133197

Richard Feynman, The Character of Physical Law (Modern Library) ISBN-13: 978-0679601272, ISBN-10: 0679601279.

Le règne du temps: Des cadrans solaires aux horloges atomiques – Émile Biéumont . Bebooks, 2016 – ISBN 10 : 2875692089, ISBN 13 :9782875692085.

Relativité : Fondements et applications ; José-Philippe Pérez ; Dunod ISBN-13: 978-2100043736.

La Mesure du temps, Henri Poincaré dans La Valeur de la Science.

Space and Time: Minkowski's papers on relativity - Hermann Minkowski, Vesselin Petkov. Minkowski Institute Press. ISBN-10: 0987987143; ISBN-13: 978-0987987143.

Staley, Richard (2009), "Albert Michelson, the Velocity of Light, and the Ether Drift", Einstein's generation. The origins of the relativity revolution, Chicago: University of Chicago Press, ISBN 0-226-77057-5.

Feynman, R.P. (1970), "The Michelson–Morley experiment (15-3)", The Feynman Lectures on Physics 1, Reading: Addison Wesley Longman, ISBN 0-201-02115-3.

Une brève histoire du temps: du big bang aux trous noirs - Stephen William Hawking, Isabelle Naddeo-Souriau, Flammarion, 2008 ISBN 2081214849, 9782081214842.