ENERGIE DU VIDE, ENERGIE NOIRE DANS LE CADRE DE LA THEORIE DES CREATONS

1. Objet de l'article

L'objet de cet article est de présenter l'énergie du vide et l'énergie noire dans le cadre de la théorie des créatons, vortex et ondes quantifiées et d'expliquer la différence phénoménale entre les deux énergies.

2. Différence phénoménale entre énergie du vide et énergie noire

L'**énergie du vide** est une énergie sous-jacente qui existe partout dans l'espace, à travers l'Univers. Une contribution possible à l'énergie du vide est réalisée par les particules virtuelles qui sont vues comme des couples de particules qui apparaissent puis s'annihilent dans un temps tellement bref qu'on ne peut pas les observer. Elles agiraient ainsi dans l'ensemble de l'Univers. Leur comportement est codifié dans la relation temps-énergie du principe d'incertitude de Heisenberg.

Les effets de l'énergie du vide peuvent être observés expérimentalement dans plusieurs phénomènes et sont supposés influencer le comportement de l'Univers à l'échelle cosmologique.

En utilisant la limite supérieure de la constante cosmologique, l'énergie du vide a été estimée à **10^{-9} joules (10^{-2} ergs) par mètre cube.**

Tandis que selon l'électrodynamique quantique et l'électrodynamique stochastique, pour être cohérente avec le principe d'invariance de Lorentz et la grandeur de la constante de Planck, elle devrait avoir une valeur de l'ordre **de 10^{113} joules par mètre cube**.

Cette énorme divergence est appelée la « catastrophe du vide ».

3. Le Référentiel Maxwell - Lumière - Créatons R_{MLC} ou Référentiel Privilégié RP

3.1 Première définition par rapport aux créatons

Je vais donner une première définition liée aux créatons ce qui est normal car ils sont « premiers » dans la création de l'Univers.
Soit un référentiel R_0 galiléen quelconque. Quel que soit le point M_0 mesuré dans R_0 et quel que soit le temps t_0 mesuré dans R_0, on considère les N_C créatons compris à l'intérieur de la sphère de centre M_0 et de rayon ε au temps t_0 (il faudra discuter plus tard de la valeur de ε que l'on peut prendre pour l'instant égal à 10^{-20} m). On calcule alors la **moyenne des vecteurs vitesse** de ces N_C créatons dans R_0 : $\boxed{\overrightarrow{C}_{C/R_0} = \dfrac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_{C/R_0}}}{N_C}}$.

J'appelle Référentiel Maxwell - Lumière - Créatons R_{MLC} le référentiel pour lequel :

$\forall$ M_0 mesuré dans R_0, $\forall$ t_0 mesuré dans R_0 alors $\boxed{\overrightarrow{V_{R_{MLC}/R_0}}(M_0, t_0) = \overrightarrow{C}_{C/R_0}}$.

Exprimé autrement, cela veut dire que la moyenne des vecteurs vitesse des N_C créatons dans R_{MLC} est nulle : $\boxed{\overrightarrow{C_{C/R_{MLG}}} = \vec{0}}$.

Ainsi, dans le Référentiel Absolu nous pourrons écrire :

$$\overrightarrow{V_{M_0/R_{MLC}}} = \overrightarrow{V_{M_0/R_0}} - \overrightarrow{V_{R_{MLC}/R_0}}(M_0, t_0) = \overrightarrow{V_{M_0/R_0}} - \overrightarrow{C_{C/R_0}}.$$

3.2 R_{MLC} n'est pas un référentiel au sens strict mais « La Référence »

On s'aperçoit très rapidement que R_{MLC} n'est pas un référentiel au sens strict puisque tous les points qui lui appartiennent ne sont pas fixes les uns par rapport aux autres. R_{MLC} est ce que j'appelle un pseudo-référentiel car, vus du référentiel R_0, tous les points de R_{MLC} sont en mouvement les uns par rapport aux autres. Pour être exact, R_{MLC} **se déforme** en présence de matière et d'énergie.

Pour approfondir cela, il est possible de dire que, dans le cadre de la Relativité Restreinte (c'est-à-dire sans présence de masse), R_{MLC} est un vrai référentiel. Je l'appelle Référentiel Privilégié.
Dans le cadre de la Relativité Générale (c'est-à-dire en présence de masse), R_{MLC} n'est plus un référentiel à proprement parlé. Il se déforme tout comme l'espace-temps se déforme. Le Référentiel Privilégié n'est plus un référentiel, mais il demeure « **La Référence** ».

3.3 Indépendance de la définition de R_{MLC} par rapport au choix du référentiel R_0

La définition du référentiel R_{MLC} ne dépend pas du choix du référentiel R_0.
En effet, si l'on raisonne dans les référentiels assimilés absolus, on pourra écrire dans un autre référentiel quelconque R_1 :

$$\overrightarrow{C_{C/R_1}} = \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_{C/R_1}}}{N_C} = \frac{\sum_1^{N_C} \left(\overrightarrow{V_{C/R_0}} + \overrightarrow{V_{R_0/R_1}}\right)}{N_C} = \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_{C/R_0}}}{N_C} + \overrightarrow{V_{R_0/R_1}} = \overrightarrow{C_{C/R_0}} + \overrightarrow{V_{R_0/R_1}}.$$

Nous avons donc bien : $\boxed{\overrightarrow{V_{R_{MLC}/R_1}}(M_1, t_1) = \overrightarrow{V_{R_{MLC}/R_0}}(M_0, t_0) + \overrightarrow{V_{R_0/R_1}}}$.

Remarque : les couples (M_0, t_0) et (M_1, t_1) sont égaux dans les référentiels assimilés absolus (temps et espace sont absolus).

Remarque concernant le choix d'une sphère autour du point M_0 : le choix d'une sphère de centre M_0 vient du fait que l'on postule une homogénéité et une isotropie parfaites des créatons dans l'espace sans présence de matière ni d'énergie d'aucune sorte, c'est-à-dire que la densité de créatons est parfaitement homogène (nombre de créatons par volume élémentaire) et que leurs directions de mouvement sont parfaitement réparties dans l'espace en trois dimensions (isotropie).

3.4 Lien entre le référentiel R_{MLC} et l'espace-temps de la Relativité d'Einstein

Le référentiel R_{MLC} peut être assimilé à l'espace-temps de la Relativité d'Einstein. En effet, toute présence de masse ou d'énergie va avoir un impact sur les créatons, modifier en chaque point spatial et à chaque instant la moyenne des vecteurs vitesse des créatons, c'est-à-dire « déformer » le référentiel R_{MLC}.

Pour être plus précis, le champ de créatons (CDC) peut se déformer de deux façons :

- le CDC peut se déformer de par la présence de matière et d'énergie : les effets physiques et réciproques de la matière et de l'énergie sur le CDC et du CDC sur la matière et l'énergie sont décrits par la Relativité générale si l'on assimile le CDC à l'espace-temps ;
- enfin la théorie des créatons propose que lors du big-bang une quantité inimaginable de créatons ont été projetés dans toutes les directions de l'espace. Le champ de

créatons est donc lui-même en expansion et bien au-delà des limites de l'Univers visible. Les effets de cette expansion du champ de créatons sont décrits par la constante cosmologique de la Relativité générale.

3.5 Deuxième définition par rapport à la lumière

La deuxième définition est donnée par rapport à la lumière :
Le champ de créatons étant le milieu de propagation de la lumière, le Référentiel Maxwell – Lumière – Créatons est le Référentiel Privilégié qui est la référence pour déterminer la vitesse de la lumière.
Autrement dit, le référentiel R_{MLC} est l'unique référentiel dans lequel la vitesse de la lumière est réellement constante et cela dans toutes les directions.
Dans tout autre référentiel (assimilé absolu) en mouvement par rapport au Référentiel Privilégié R_{MLC} et utilisant les mêmes bases de temps et d'espace (mêmes règles et mêmes horloges physiques que celles se trouvant dans R_{MLC}), la lumière aura une vitesse de propagation différente selon la direction.

Remarque : ce qui est écrit ci-dessus peut choquer profondément car la Relativité postule que la lumière est un invariant, une constante quel que soit le référentiel choisi.
Cela est vrai dans ce que j'appelle les référentiels matière qui sont dotés de règles et d'horloges constituées de matière qui subissent des effets physiques de contraction ou de dilatation. C'est parce que les horloges et règles de ces référentiels matière sont physiquement affectées du fait de leur vitesse par rapport au référentiel R_{MLC} que la **MESURE** de la vitesse de la lumière réalisée dans ces référentiels matière donne toujours la même valeur. En fait, les écarts physiques que subissent les horloges et règles matérielles compensent exactement les écarts que subit la vitesse de la lumière.

3.6 Troisième définition par rapport aux équations de Maxwell

La troisième définition est donnée par rapport aux équations de Maxwell et elle est complètement liée à la définition précédente.
Le Référentiel Maxwell – Lumière – Créatons est l'unique référentiel dans lequel les équations de propagation des ondes électromagnétiques sont telles que Maxwell les a écrites.
Dans tout autre référentiel (assimilé absolu), ces équations prennent une forme plus complexe qui cependant reste la même d'un référentiel assimilé absolu à un autre référentiel assimilé absolu (voir la démonstration chapitre 7).
Encore une fois, cette définition peut choquer car la transformation de Lorentz a justement été écrite pour conserver la même forme aux équations de Maxwell quel que soit le référentiel.
Cela est vrai dans les référentiels matière c'est-à-dire les référentiels munis de règles et d'horloges matérielles pour mesurer l'espace et le temps. Avec ces horloges qui subissent une dilatation physique de leur période et ces règles qui subissent une contraction de leur longueur, l'espace et le temps mesurés par elles garantissent une forme inchangée aux équations de Maxwell.

3.7 Comparaison du Référentiel Privilégié avec un référentiel inertiel quelconque

Tous les référentiels inertiels (ou galiléens) vérifient la propriété suivante :

$$\boxed{\overrightarrow{C_{C/R}} = \frac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_{C/R}}}{N_C} = \overrightarrow{\text{Constante}}}$$ R référentiel inertiel (ou galiléen).

Le Référentiel Privilégié est le référentiel unique qui vérifie la propriété suivante :

$$\boxed{\overrightarrow{C_{C/RP}} = \frac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_{C/RP}}}{N_C} = \vec{0}}$$ où RP désigne le Référentiel Privilégié.

En revanche, le Référentiel Privilégié et tous les référentiels inertiels (ou galiléens) vérifient la propriété suivante :

$$\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{C/R}}(t) = \frac{\overrightarrow{C_{C/R}}(t+dt) - \overrightarrow{C_{C/R}}(t)}{dt} = \vec{0}}$$ ce qui explique l'inertie des corps.

4. Équation du mouvement de la lumière

4.1 Conséquence de la déformation du champ de créatons sur la lumière

Le champ de créatons étant le milieu de propagation de la lumière, la perturbation qu'il subit du fait de la présence de la Terre va se répercuter sur la propagation de la lumière, principalement sur le vecteur vitesse des vortex-lumière.

Si l'on appelle c_∞ la vitesse d'un vortex-lumière à une distance « infini » d'un corps très massif, là où l'on peut considérer que l'effet gravitationnel du corps est nul et que le champ de créatons n'est pas perturbé, la vitesse des **vortex-lumière** proche de la surface du corps sera supérieure à c_∞ à cause du vecteur $\overrightarrow{C_{C/R}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} \overrightarrow{V_{C/R}}}{N_C}$ non nul et centripète.

En effet, si l'on considère que la vitesse d'un vortex-lumière est constante par rapport au Référentiel Maxwell – Lumière – Créatons, que j'appellerai $\text{REF}_{\text{lumière}}$ dans la suite, il est possible de déterminer la vitesse d'un vortex-lumière par rapport à un référentiel donné R_{Terre} (un laboratoire fixe par rapport à la Terre par exemple) grâce à la formule de composition classique des vitesses (qui est valable dans le Référentiel Absolu) :

$$\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre} = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière} + \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}}$$

avec $\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière} = c_\infty . \vec{u}}$ où c_∞ est la constante universelle de célérité de la lumière sans présence de matière et $\vec{u}$ le vecteur unitaire porté par le rayon lumineux.

On peut écrire également cette expression de la façon suivante :

$$\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre} = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière} + \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_{Terre}}{N_C}}$$ puisque $\text{REF}_{\text{lumière}}$ est le référentiel pour lequel $$\boxed{\overrightarrow{C_{C/REF_{lumière}}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} \overrightarrow{V_{C/REF_{lumière}}}}{N_C} = \vec{0}}$$ et que l'on a $$\boxed{\overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre} = \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_{Terre}}{N_C}}.$$

Remarque : on peut écrire $\frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_{Terre}}{N_C} = \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / REF_{lumière}}{N_C} + \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}$ puisque si l'on a deux référentiels R_1 et R_2, alors on peut écrire : $\overrightarrow{V_C} / R_1 = \overrightarrow{V_C} / R_2 + \overrightarrow{V_{R2/R1}}$ et donc

$$\frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_1}{N_C} = \frac{\sum_1^{N_C} \left(\overrightarrow{V_C} / R_2 + \overrightarrow{V_{R2/R1}}\right)}{N_C} = \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_2 + N_C . \overrightarrow{V_{R2/R1}}}{N_C} = \frac{\sum_1^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_2}{N_C} + \overrightarrow{V_{R2/R1}} .$$

Dans la suite, on pose $\overrightarrow{C_{C/R_{Terre}}} = \dfrac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_{Terre}}{N_C} = \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}$.

On considère un rayon lumineux venant d'une région très éloignée de la Terre où sa vitesse est égale à c_∞ et arrivant au voisinage de la Terre.

Pendant tout ce trajet, la valeur de $\overrightarrow{C_{C/R_{Terre}}}$, qui dépend de la distance du point M où l'on se trouve au centre de la Terre, ne cesse de varier.

Il faut donc écrire ce que vaut $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}$ à l'instant t et à l'instant t+dt. On peut écrire :

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t) = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière}(t) + \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t) \\ \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t+dt) = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière}(t+dt) + \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t+dt) \end{cases}.$$

On a donc :

$$\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t+dt) = \begin{array}{l} \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t) + \left(\overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t+dt) - \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t)\right) \\ + \left(\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière}(t+dt) - \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière}(t)\right) \end{array}$$

Par définition nous avons : $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière}(t+dt) = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / REF_{lumière}(t)$ pour dt << 1.

Nous obtenons donc la relation fondamentale :

$$\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t+dt) = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t) + \left(\overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t+dt) - \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t)\right)}.$$

De plus, on pose :

$$\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t) = \frac{\overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t+dt) - \overrightarrow{V_{REF_{lumière}}} / R_{Terre}(t)}{dt} = \frac{\overrightarrow{C_{C/R_{Terre}}}(t+dt) - \overrightarrow{C_{C/R_{Terre}}}(t)}{dt}.$$

On a donc $\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t) = \dfrac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_{Terre}(t+dt)}{N_C.dt} - \dfrac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_C} / R_{Terre}(t)}{N_C.dt}}.$

Finalement, la relation fondamentale s'écrit :

$$\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t+dt) = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t) + \overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t).dt}$$

ou bien également :

$$\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t) = \frac{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t+dt) - \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(t)}{dt}}.$$

4.2 Définition du Référentiel Lumière et conséquences

Le Référentiel Lumière est défini par : $\boxed{\dfrac{\sum_{1}^{N_C} \overrightarrow{V_C} / REF_{lumière}(t)}{N_C} = \vec{0}}$ pour un volume élémentaire.

Cela implique que $\dfrac{\sum_{1}^{N_C}\overrightarrow{V_C}/REF_{lumière}(t+dt)}{N_C}=\dfrac{\sum_{1}^{N_C}\overrightarrow{V_C}/REF_{lumière}(t)}{N_C}$ c'est-à-dire : $\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{C/REF_{lumière}}}(t)=\vec{0}}$.

D'après la relation $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(t+dt)=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(t)+\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t).dt$ réécrite avec $REF_{lumière}$ au lieu de R_{Terre}, cela revient bien à avoir :

$\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t+dt)=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t)$

c'est-à-dire $\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t)=\overrightarrow{\text{constante}}}$.

Dans le Référentiel Lumière, il est possible d'écrire les trois relations suivantes (la première implique les deux dernières qui sont équivalentes) :

- $\boxed{\dfrac{\sum_{1}^{N_C}\overrightarrow{V_C}/REF_{lumière}(t)}{N_C}=\overrightarrow{C_{C/REF_{lumière}}}(t)=\vec{0}}$
- $\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{C/REF_{lumière}}}(t)=\vec{0}}$
- $\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t)=\overrightarrow{\text{constante}}=\overrightarrow{c_{\infty}}}$.

Une façon équivalente d'exprimer cela est de partir du fait que la trajectoire d'un rayon lumineux est déterminée par la formule $\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(t+dt)=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(t)+\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t).dt}$.

Cette formule, que l'on peut discrétiser sous la forme $\boxed{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(n+1)=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(n)+\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(n).\Delta t}$ (relation de récurrence), implique deux points :

- il faut connaître la loi donnant $\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(t)}$;
- il faut se donner une condition initiale sur la vitesse $\boxed{\overrightarrow{V_0}=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/R_{Terre}(t_0)}$.

Deux points importants à comprendre sur le Référentiel Lumière sont les suivants :

- la relation $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t)=\overrightarrow{\text{constante}}$ est à comprendre pour une direction de rayon lumineux donnée (il faut penser à un LASER). Une fois le rayon lumineux émis dans une direction donnée, le vecteur vitesse du rayon lumineux reste invariant dans le Référentiel Lumière, c'est-à-dire que l'on a :
- $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t+dt)=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t)=\overrightarrow{\text{constante}}$.
- le Référentiel Lumière n'est pas un référentiel ordinaire. Il n'est pas « plat » au sens Euclidien. Au contraire, il correspond au champ de créatons qui est déformé par tout corps massif.
- La relation $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t+dt)=\overrightarrow{V_{vortex-lumière}}/REF_{lumière}(t)=\overrightarrow{\text{constante}}$ serait la définition d'une droite dans un repère Euclidien (la droite étant le plus court chemin entre deux points dans ce cas). **En revanche, cette expression est celle d'une géodésique car le Référentiel Lumière se déforme constamment dans l'espace et au cours du temps**. On retrouve complètement le concept fondamental de **la Relativité générale où la lumière suit une géodésique dans un espace-temps courbé par la matière**.

Remarque : quelle que soit la position de la Terre, mais surtout **quelle que soit la vitesse de la Terre**, on retrouve la même « configuration » des créatons autour de la Terre c'est-à-dire **le même champ de créatons** et donc le même champ de gravitation.
Le vecteur vitesse du centre de gravité de la Terre par rapport au Référentiel Lumière est constant ($\overrightarrow{V_{centre\_gravité\_Terre}} / REF_{lumière}(t) = \overrightarrow{\text{constante}}$) dans le cas où la Terre serait seule dans l'Univers, c'est-à-dire seule dans le champ de créatons.

4.3 Établissement de l'équation du mouvement de la lumière

Pour établir l'équation du mouvement de la lumière, il faut d'abord rappeler ce qui a été établi au chapitre « Force et accélération gravitationnelles » :

- un corps massif attracteur crée un champ d'accélération gravitationnelle dont l'expression est : $\overrightarrow{\Gamma_{gravitation}}(\vec{r},t) = -\dfrac{2GM}{r^2}\overrightarrow{u_r}$.

La lumière (les vortex-lumière) subit cette attraction de façon pleine et pure de telle sorte que $\boxed{\overrightarrow{\Gamma_{vortex-lumière/R_{Terre}}}(\vec{r},t) = \overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(\vec{r},t) = \overrightarrow{\Gamma_{gravitation/R_{Terre}}}(\vec{r},t)}$.

Finalement, la loi fondamentale du mouvement pour la lumière (vortex-lumière) $\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(\vec{r},t+dt) = \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(\vec{r},t) + \overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(\vec{r},t).dt$ s'écrit :

$$\boxed{\frac{\overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(\vec{r},t+dt) - \overrightarrow{V_{vortex-lumière}} / R_{Terre}(\vec{r},t)}{dt} = \overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Terre}}}(\vec{r},t) = \overrightarrow{\Gamma_{gravitation/R_{Terre}}}(\vec{r},t) = -\frac{2GM}{r^2}\overrightarrow{u_r}}$$

Cette équation du mouvement s'applique aux vortex-lumière et non pas au photon lui-même.

4.4 Conséquence sur le changement de fréquence des photons dû au champ gravitationnel

L'équation du mouvement établie ci-dessus s'applique aux vortex-lumière et non pas directement au photon lui-même (un photon étant constitué de files de vortex-lumière).

Cette différence est fondamentale puisque :

- un photon qui est un « ensemble » de vortex-lumière conserve une vitesse apparente constante qui est ce que l'on nomme couramment la vitesse de la lumière dans le vide ;
- les vortex-lumière subissent une accélération en approchant du corps massif attracteur. Ce changement de vitesse des vortex-lumière explique le changement de fréquence du photon.

Pour être plus précis, les vortex-lumière formant un photon suivent les caractéristiques suivantes (cela sera développé en détail au chapitre 20) :

- la longueur d'onde λ_{vortex} de la file de vortex-lumière suit la même loi que l'élément dl de distance spatiale

$$\boxed{\lambda_{vortex}(r) = \frac{\lambda_\infty}{\sqrt{g_{00}}} \approx \frac{\lambda_\infty}{\sqrt{1-\dfrac{r_G}{r}}}} \qquad \text{avec} \quad r_G = \frac{2GM}{c^2}$$

  où λ_∞ désigne la longueur d'onde de la file de vortex-lumière à une distance infinie de la Terre ;

- la fréquence ν_{vortex} de la file de vortex-lumière vérifie la loi de la Relativité générale

$$\boxed{\nu_{vortex}(r) = \frac{\nu_\infty}{\sqrt{g_{00}}} \approx \frac{\nu_\infty}{\sqrt{1-\frac{r_G}{r}}}} \quad \text{avec} \quad r_G = \frac{2GM}{c^2}$$

où ν_∞ désigne la fréquence de la file de vortex-lumière à une distance infinie de la Terre ;

- la vitesse c_{vortex} des vortex-lumière vérifie la loi suivante qui est, par définition, celle de la célérité d'une onde de fréquence ν_{vortex} et de longueur d'onde λ_{vortex}

$$\boxed{c_{vortex}(r) = \lambda_{vortex}(r).\nu_{vortex}(r) = \frac{\lambda_\infty}{\sqrt{g_{00}}}\,\frac{\nu_\infty}{\sqrt{g_{00}}} = \frac{c_\infty}{g_{00}} \approx \frac{c_\infty}{1-\frac{r_G}{r}}}$$

où $c_\infty = \lambda_\infty.\nu_\infty$ désigne la vitesse de la file de vortex-lumière à une distance infinie de la Terre.

La loi fondamentale du mouvement pour les vortex-lumière permet de retrouver exactement la formule suivante : $\boxed{c_{vortex}(r) = \frac{c_\infty}{g_{00}} \approx \frac{c_\infty}{1-\frac{r_G}{r}}}$ **avec** $r_G = \frac{2GM}{c^2}$ **.**

Ainsi, la différence de vitesse entre un vortex-lumière situé à une distance quasi infinie de la Terre et le même vortex-lumière arrivant à la surface de la Terre est : $c_{vortex}(R_T) - c_\infty = 0{,}417$ m/s.

La différence de vitesse entre un vortex-lumière situé à une distance quasi infinie du Soleil et le même vortex-lumière arrivant à la surface du Soleil est : $c_{vortex}(R_S) - c_\infty = 1273{,}8$ m/s.

4.5 Conséquence sur la déviation d'un rayon lumineux par un champ gravitationnel

L'équation du mouvement de la lumière permet de retrouver exactement la formule de la Relativité Générale établie par Einstein :

$$\boxed{\delta = \frac{4GM}{c^2.r_{\min}}}.$$

Les figures suivantes présentent :

- la déviation angulaire d'un rayon lumineux par le Soleil ;
- l'évolution de la vitesse des vortex-lumière constituant un photon passant au voisinage du Soleil ;
- l'allure du champ d'accélération gravitationnelle $\overrightarrow{\Gamma_{C/R_{Soleil}}}(\vec{r},t) = \overrightarrow{\Gamma_{gravitation/R_{Soleil}}}(\vec{r},t)$ créé par le Soleil.

Remarque : la déviation d'un rayon lumineux par un corps massif est la même que celle de vortex-lumière et que celle d'un photon qui n'est que la succession de vortex-lumière.

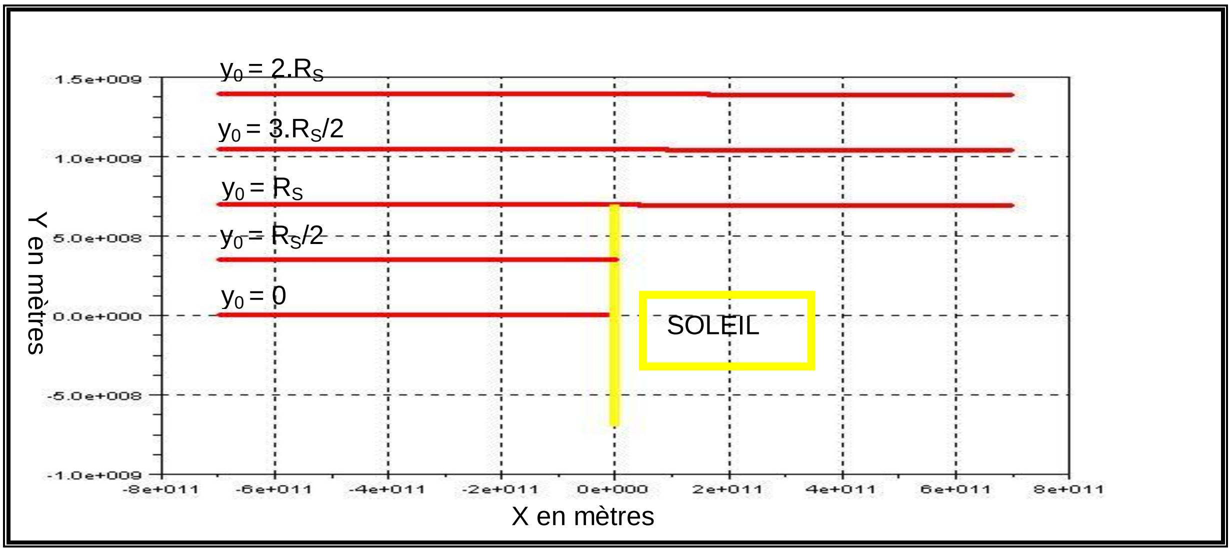

Figure 1 : Déviation des rayons lumineux par le Soleil pour y_0 = 0, R_S/2, R_S, 3.R_S/2 et 2.R_S

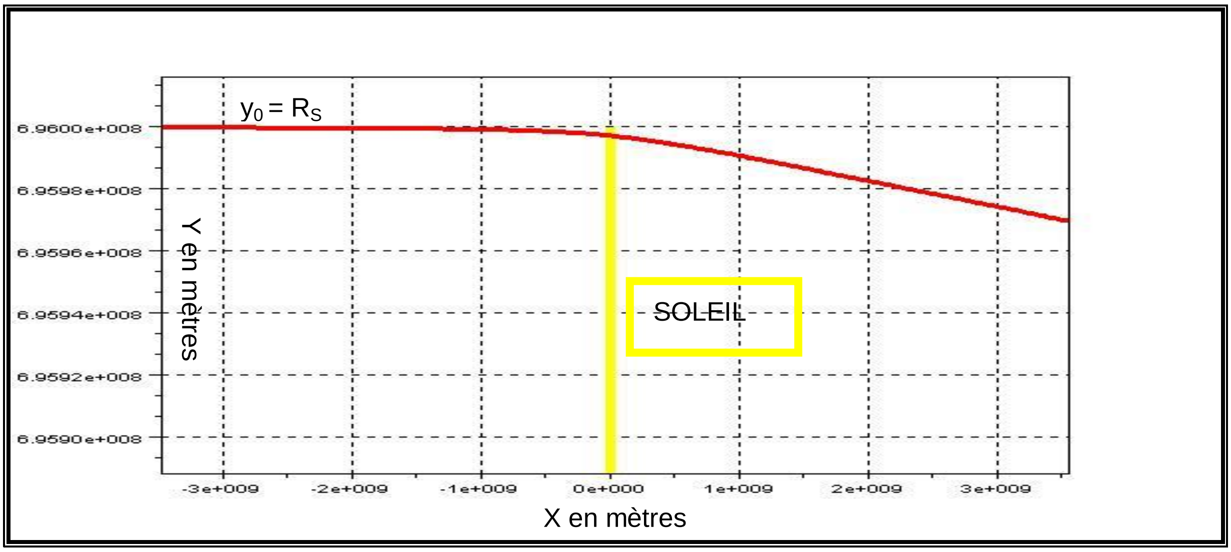

Figure 2 : Déviation des rayons lumineux par le Soleil pour y_0 = R_S

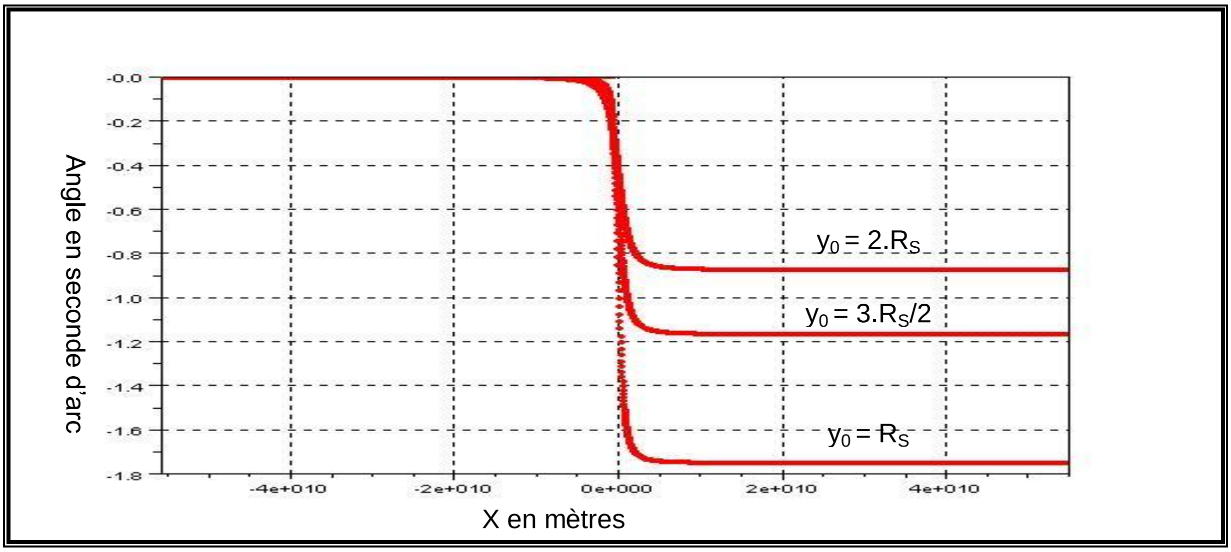

Figure 3 : Angle de déviation des rayons lumineux par le Soleil pour y_0 = R_S, 3.R_S/2 et 2.R_S

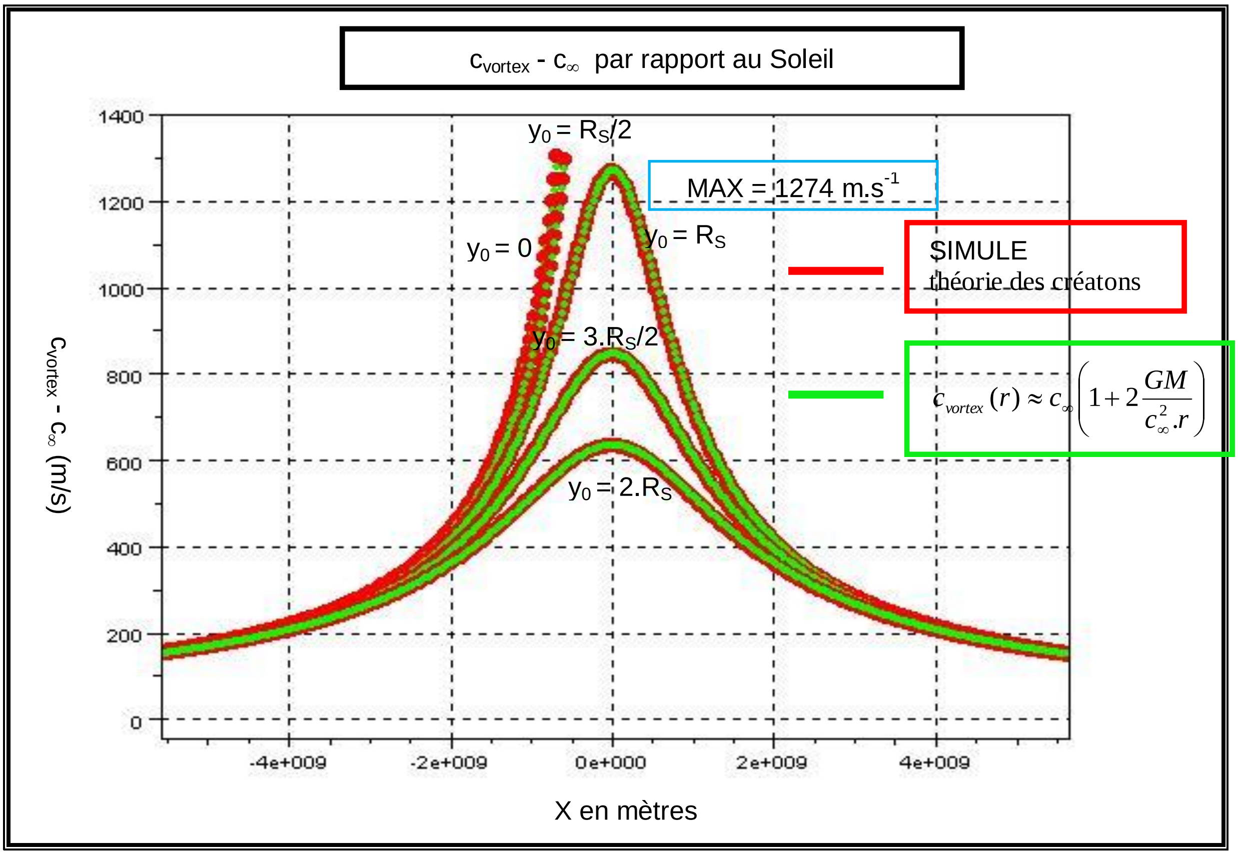

Figure 4 : Vitesse des vortex-lumière en fonction de X pour y_0 = 0, $R_S/2$, R_S, $3.R_S/2$ et $2.R_S$

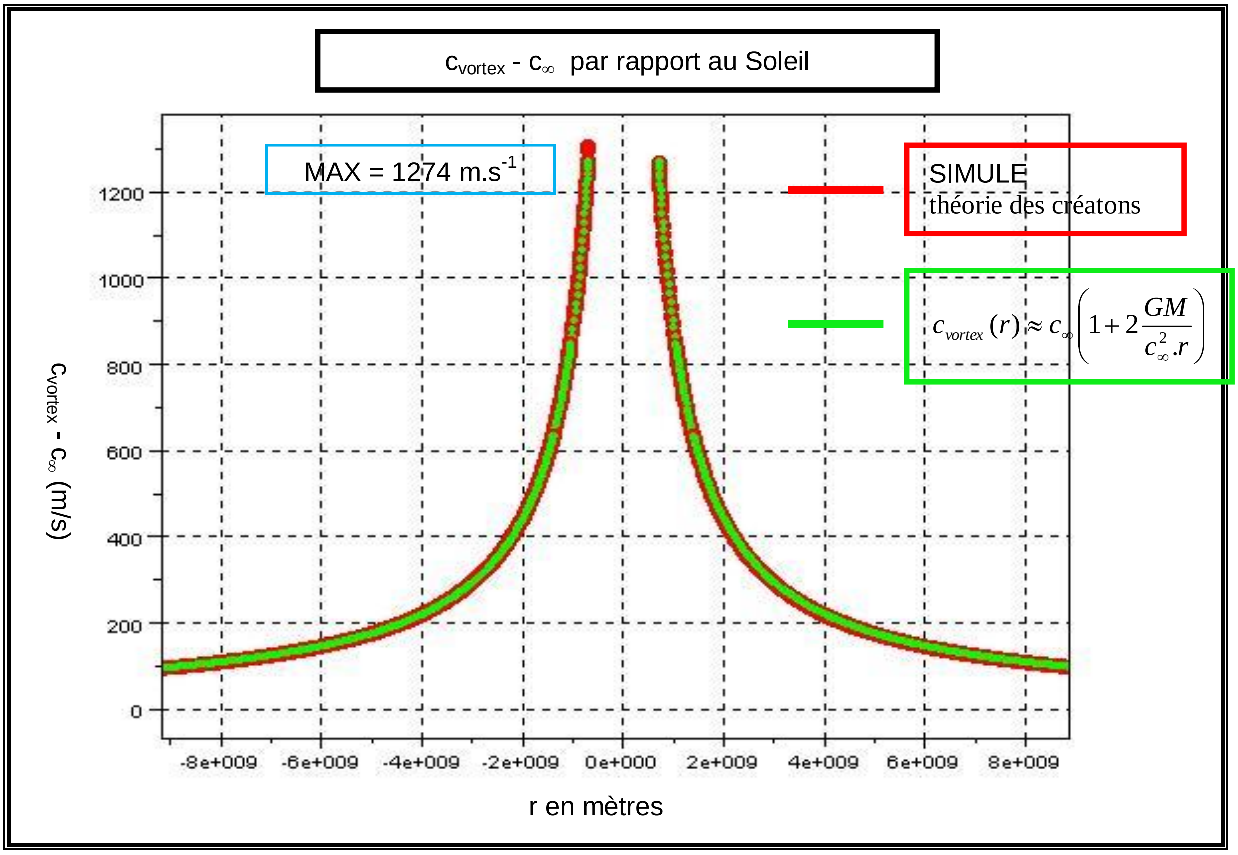

Figure 5 : Vitesse des vortex-lumière en fonction de r pour y_0 = 0, $R_S/2$, R_S, $3.R_S/2$ et $2.R_S$

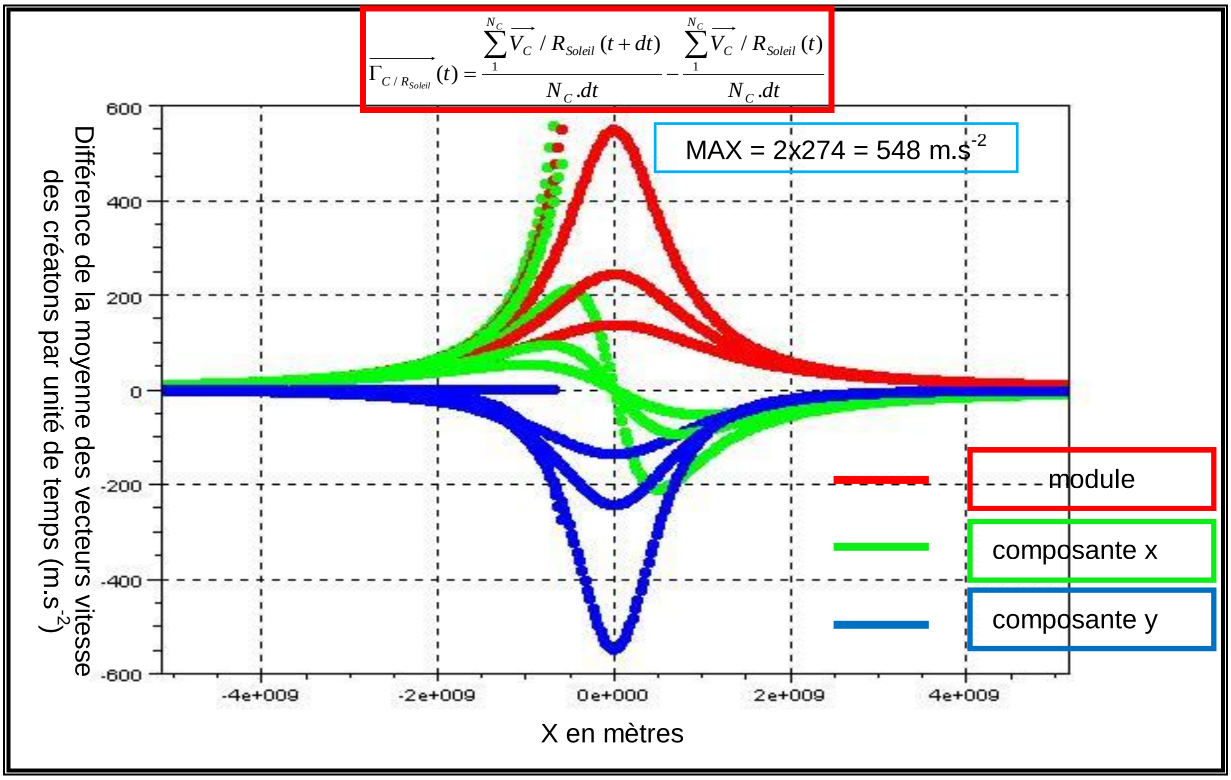

Figure 6 : Différence de la moyenne des vecteurs vitesse des créatons par unité de temps (simulation pour y_0 = 0, R_S/2, R_S, 3.R_S/2 et 2.R_S)

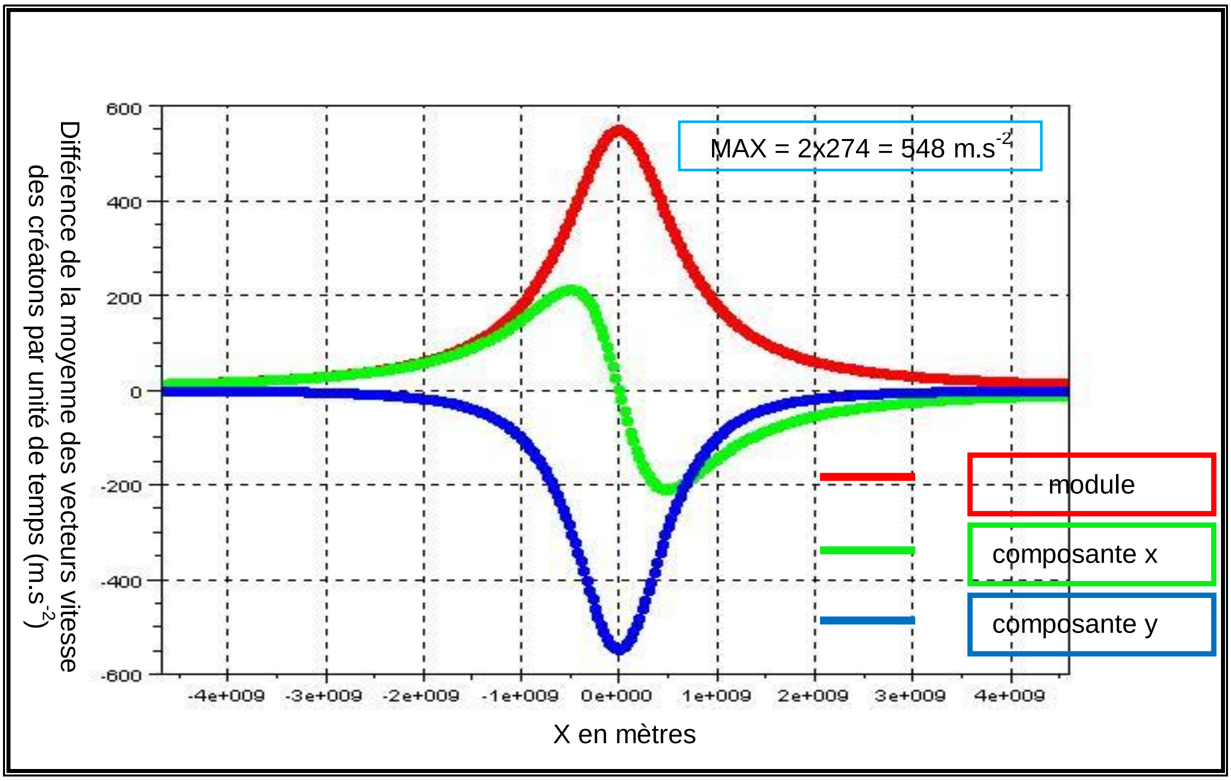

Figure 7 : Différence de la moyenne des vecteurs vitesse des créatons par unité de temps (simulation pour y_0 = R_S)

5. Energie du vide selon la théorie des créatons

Selon la théorie des créatons le « vrai vide » ou « vide parfait » n'existe pas.
Les créatons se trouvant absolument partout dans l'Univers (et même au-delà de l'Univers visible), un volume donné, même de vide intersidéral, contient toujours des créatons.
Les créatons constituent un champ de créatons et forment un milieu appelé OMNIUM.

Il est supposé qu'un mètre cube de vide contient en moyenne N_C créatons.
La caractéristique principale d'un créaton est sa vitesse de translation $\overrightarrow{V_C}$.

L'énergie d'un créaton unique serait donc $E_C = k.\left\|\overrightarrow{V_C}\right\|^2$ où k désigne une constante de proportionnalité.

Remarque importante : en réalité un créaton possède également un spin (un mouvement de rotation sur lui-même) qui est essentiel pour expliquer la force gravitationnelle et la force électromagnétique, mais cette composante n'ajoute rien d'essentiel dans le raisonnement tenu et ne ferait que le compliquer inutilement.

L'énergie du vide contenue dans un mètre cube est donc simplement donnée par l'expression suivante :

$$\boxed{E_{vide} = E_{milieu} = \sum_{i=1}^{N_C} E_C(i) = \sum_{i=1}^{N_C} k.\left\|\overrightarrow{V_C}(i)\right\|^2 = N_C.E_C = N_C k.V_C^2}.$$

où l'on désigne par E_C l'énergie moyenne d'un créaton et par V_C la vitesse moyenne d'un créaton.

Remarque : le référentiel choisi pour mesurer la vitesse des créatons a un effet négligeable car il se déplace au plus vite à la vitesse de la lumière par rapport au Référentiel Privilégié et la vitesse des créatons est au moins 10^{60} fois celle de la lumière.

6. Energie noire selon la théorie des créatons

Dans le cadre de la théorie des créatons, les galaxies lointaines sont entraînées par le milieu qui est le champ de créatons et la vitesse des galaxies correspond à la vitesse moyenne de déplacement du milieu ou champ de créatons vu par un observateur terrestre qui est donnée par la formule suivante :

$$\boxed{\overrightarrow{C_{C/Terre}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} \overrightarrow{V_{C/Terre}}}{N_C}}.$$

L'énergie noire correspondrait à l'énergie d'entraînement des créatons contenus dans le milieu.
Ainsi, l'énergie noire correspondant à un mètre cube de milieu, contenant N_C créatons, serait donnée par la formule suivante :

$$\boxed{E_{noire} = E_{CC} = N_C.k.\left\|\overrightarrow{C_{C/Terre}}\right\|^2}.$$

Cette énergie est également notée E_{CC} car elle correspondant à l'énergie due à la constante cosmologique de la relativité générale convenablement interprétée et évaluée.

Pour déterminer la valeur de $\left\|\overrightarrow{C_{C/Terre}}\right\|$ il faut se servir de la loi de Hubble $V = H.D$ qui fait intervenir la fameuse constante de Hubble H.

Les observations actuelles concordent approximativement vers une valeur tournant autour de 70 (km/s)/Mpc. Cela signifie qu'une galaxie située à 1 mégaparsec (environ 3,26 millions d'années-lumière) de l'observateur s'éloigne du fait de l'expansion de l'univers (et donc hors effet d'un mouvement propre de l'objet, négligeable à très grande distance) à une vitesse de 70 km/s.

Le 21 mars 2013, la mission Planck a permis de calculer la constante de Hubble, qui est une vitesse de récession : 67,8 kilomètres par seconde et par mégaparsec.

Une galaxie située à $D_{galaxie}$ = 13,7 milliards d'année-lumière s'éloigne donc à une vitesse de :

$V_{galaxie} = H.D = 67{,}8.4200 = 284760 km/s$ car

$$D_{galaxie} = 13{,}7.10^{9}.AL = 13{,}7.10^{9}.9{,}46.10^{15} m = 1{,}296.10^{26} m = (13{,}7.10^{9} / 3{,}2616.10^{6}) Mpc = 4200 Mpc$$

Remarque : cette vitesse est très proche de la vitesse de la lumière.

On peut donc faire l'approximation suivante : $\left\| \overrightarrow{C_{C/Terre}} \right\| \approx V_{galaxie} \approx c$.

7. Comparaison énergie du vide – énergie noire

En faisant le rapport de l'énergie du vide par l'énergie noire nous trouvons la relation très importante suivante :

$$\boxed{\frac{E_{vide}}{E_{noire}} = \frac{V_C^2}{\left\| \overrightarrow{C_{C/Terre}} \right\|^2}}.$$

Cela peut nous donner une estimation de la vitesse moyenne des créatons en prenant $\left\| \overrightarrow{C_{C/Terre}} \right\| \approx V_{galaxie} \approx c$:

$$\boxed{V_C = \left\| \overrightarrow{C_{C/Terre}} \right\| \sqrt{\frac{E_{vide}}{E_{noire}}} \approx V_{galaxie} \sqrt{\frac{E_{vide}}{E_{noire}}} \approx c \sqrt{\frac{E_{vide}}{E_{noire}}}}.$$

L'application numérique donne : $V_C \approx 3.10^{8} \sqrt{\frac{10^{113}}{10^{-9}}} \approx 3.10^{69} m/s$.

Par une autre méthode décrite dans le chapitre 30 de la théorie des créatons nous avions trouvé :

$\boxed{V_C \approx \frac{R_{univers}}{T_{Planck}}}$ ce qui donne : $V_C \approx \frac{13{,}7.10^{9}.AL}{5{,}4.10^{-44}} = 2{,}38.10^{69}$ m/s.

Les deux valeurs de la vitesse moyenne des créatons obtenues par deux formules totalement différentes sont en bonne concordance.

Remarque :
Il est possible de déterminer le produit N_C.k entre le nombre de créatons contenus dans un mètre cube « de vide » et la constante de proportionnalité k :

$$N_C.k = \frac{E_{vide}}{V_C^2} = \frac{10^{113}}{(3.10^{69})^2} \approx 10^{-26} J.m^{-2}.s^{-2}.$$

8. Analogie avec un mètre cube de gaz ou d'air

Nous considérons un mètre cube de gaz ou un mètre cube d'air et nous supposons que ce volume est poussé par un vent de 10 m/s.
Il est possible de considérer deux types d'énergie associée à ce mètre cube d'air :
- l'énergie de groupe ou d'ensemble du volume d'air
- l'énergie de toutes les molécules composant le volume d'air.

8.1 Energie de groupe ou d'ensemble du volume d'air (analogie avec l'énergie noire)

L'énergie de groupe ou d'ensemble du volume d'air est donnée par la formule suivante :

$$\boxed{E_G = \frac{1}{2} M.V_G^2 = \frac{1}{2} N.m.V_G^2}.$$

V_G représente la vitesse du mouvement d'ensemble du volume d'air qui est égale à la vitesse du vent.
M représente la masse du volume d'air qui est bien égale à N fois la masse d'une molécule de gaz m où N représente le nombre de molécules de gaz comprises dans le volume : M = N.m.

8.2 Energie de toutes les molécules contenues dans le volume d'air (analogie avec l'énergie du vide)

L'énergie des N molécules de masse m contenues dans le volume d'air est donnée par la formule suivante :

$$\boxed{E_{totale} = \frac{1}{2} N.m.u^2}.$$

u désigne la vitesse quadratique moyenne dont la théorie cinétique des gaz donne l'expression suivante :

$$u = \sqrt{< v^2 >} = \sqrt{3 \frac{k_B.T}{m}}.$$

A température ambiante (en été environ 300K), cette vitesse peut faire plusieurs milliers de mètres par seconde et est beaucoup plus importante que la vitesse de groupe du volume d'air.

Là encore, le rapport des deux énergies est égal au carré du rapport des deux vitesses.

9. Conclusion

La théorie des créatons permet donc de lever le mystère sur l'énorme divergence entre l'énergie du vide et l'énergie noire appelée la « catastrophe du vide ».

Enfin, au sujet de l'accélération de la fuite des galaxies qui correspond à l'accélération de l'expansion de l'Univers, celle-ci se comprend bien dans le cadre de la théorie des créatons car il ne s'agit pas ici d'une nouvelle force ou énergie répulsive mais toujours du même phénomène physique qui fait que la matière est entraînée par le champ des créatons, la vitesse d'entrainement étant obtenue par la moyenne vectorielle des vitesses des créatons venant de toutes les directions y compris de l'extérieur de l'Univers visible.

Il semble tout à fait naturel que la somme vectorielle fondamentale $\overrightarrow{C_C} = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} \overrightarrow{V_C}}{N_C}$ où la contribution de tous les créatons **se compense**, **s'équilibre**, peut varier avec le temps et l'expansion de l'Univers y compris en augmentant.