

## MODÈLE D'ESPACE GRANULAIRE ANIMÉ (MEGA)

### UNE INTERPRÉTATION DES LOIS DE LA GRAVITATION ET DU RAYONNEMENT

#### Résumé

Albert Einstein justifie et explique la gravitation par la courbure de l'espace-temps. À partir d'une réflexion sur la nature et la structure de l'espace, il est proposé ici une interprétation de cette courbure.

Elle aurait pour origine des variations de la vitesse de la lumière (qu'Albert Einstein avait lui-même envisagées) provoquées par l'existence de masses, et la déformation de sa trajectoire en fonction de la densité des objets matériels présents.

Sur cette base, la forme des courbes de vitesse orbitale dans une galaxie trouverait une explication – l'hypothèse d'une *matière noire* ne serait pas nécessaire.

Un Modèle structurel de l'espace est ainsi présenté : l'espace est le substrat de tout ce qui y existe et s'y passe, il a une structure granulaire, et chaque grain est le siège de changements, dans des dimensions qui ne sont pas celles de l'étendue. La température est celle de l'espace lui-même – l'agitation des atomes et des molécules n'en étant que la conséquence.

Le processus de l'échange d'énergie (loi de Planck) est précisé à partir d'une analyse, sur la base de la structure granulaire de l'espace, de l'amplitude des ondes électromagnétiques : pour les très courtes longueurs d'onde, l'échange serait inférieur à ce que prévoit la loi de Planck – l'énergie du photon n'y serait plus proportionnelle à la fréquence.

Et le rayonnement cosmique, dont la loi ainsi *nuancée* retrouve le spectre, aurait une origine électromagnétique.

Le modèle MEGA n'entrerait pas en contradiction avec la Relativité et la Mécanique quantique. Il en propose un *socle commun*.

#### Avant-propos

La physique s'attache à établir les lois régissant les phénomènes naturels et, des siècles de progrès scientifiques et techniques l'ont montré, on peut le faire de mieux en mieux sans savoir ce qu'ils mettent en jeu ni ce qui s'y passe – et même sans jamais se poser ces questions.

Les scientifiques, et les philosophes, s'efforcent pourtant d'y répondre. Mais les théories en vigueur, dont la fécondité est pourtant avérée, ne leur sont d'aucun secours – parce que ce n'est pas leur objet.

Ce dont il est traité ici est la NATURE DES CHOSES. C'est dire qu'il sera proposé une *hypothèse ontologique*.

Tout d'abord : ce qu'est l'ESPACE – sa structure et les tendances qui le régissent.

Puis : ce qu'est un OBJET MATÉRIEL.

Enfin, la validité, ou la vraisemblance, de ce qui est dit sur l'ESPACE et sur les OBJETS MATÉRIELS sera mise à l'épreuve en établissant les lois fondamentales qui en découlent rationnellement : on retrouve et on justifie, sur ces bases, la loi de la GRAVITATION, et on complète la loi du RAYONNEMENT pour les très petites longueurs d'onde.

Pour aborder cette lecture, il est nécessaire de prendre du recul par rapport à ses connaissances et à ses idées, et en particulier de faire, autant qu'on le peut, la part entre les observations (ce qu'on constate ou mesure) et les interprétations (ce qu'on comprend ou reconstitue).

*Ne recevoir jamais aucune chose pour vraie  
que je ne la connusse  
évidemment être telle. René Descartes  
Sans rien oublier de ce que je sais,  
oublier que je le sais.*

observation : Action de considérer avec attention des choses, des êtres, des événements. Cnrtl

interprétation : Action d'expliquer, de chercher à rendre compréhensible ce qui est dense, compliqué ou ambigu; résultat de cette action. Cnrtl

Faute de prendre un tel recul, ou une distance – attitude inhérente à la démarche de réflexion – le lecteur sera rebuté, voire choqué, et risquera de rejeter ce qu'il lit et de ne pas aller jusqu'au bout de sa lecture.

Or il ne s'agit en aucune façon de déprécier les interprétations : ce qu'on trouvera ici est bien une interprétation des observations et, plus généralement, de la réalité sensible.

Cette interprétation présente quelque nouveauté par rapport à celles qui sous-tendent les théories en vigueur, mais rien ne donne à penser qu'elle entre en contradiction avec ces théories.

L'hypothèse développée sur la structure de l'espace permettrait de justifier la courbure de l'espace-temps. Elle apporterait en outre un éclairage sur certaines observations dont les lois de la gravitation et du rayonnement ne rendent pas compte : la gravitation dans les galaxies, et le spectre du rayonnement cosmique.

On trouvera dans l'exposé quelques formules mathématiques – toutes sont relativement simples. Si le lecteur éprouve des difficultés, ce sera plutôt à *s'immerger* dans un monde qui ne ressemble pas tout à fait, du moins à première vue, à l'idée qu'il s'en fait – un monde qui serait pourtant bel et bien le nôtre. Un effort lui sera demandé là – des rappels et des répétitions l'y aideront.

Cet exposé est conçu pour être largement accessible. Que les spécialistes veuillent donc bien être indulgents si on y *enfonce des portes ouvertes*.

Les hypothèses du MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE proposé sont évidemment sujettes à discussion.

En revanche, les calculs, et les conclusions qui en sont tirées en matière de gravitation et d'échange d'énergie, sont aisément vérifiables et reproductibles.

\*

Ces travaux, motivés et animés par la soif de **comprendre**, de *clarifier le sens* (de *ce qu'on dit*, et de *ce dont on parle*), relèvent de la *recherche fondamentale* : les conséquences et les applications qui pourraient en résulter ne sont donc pas développées ici.

recul : Temps nécessaire à une appréciation globale ou à une meilleure appréciation d'un événement. – Attitude de détachement par rapport à ce qui touche de près. Cnrtl

réflexion : Acte de la pensée qui revient sur elle-même, qui revient sur un objet afin de l'examiner. Cnrtl

justifier : Prouver le bien-fondé de quelque chose; fournir des arguments en faveur de quelque chose; trouver des raisons valables à quelque chose. Cnrtl

Cnrtl : Centre national de ressources textuelles et lexicales du CNRS

## Table des matières

Introduction.....	4
<b><u>1 – Modèle structurel de l'espace</u></b> .....	<b>6</b>
<b>1.1 – Les caractères de l'espace</b> .....	<b>6</b>
1.1.1 – L'étendue.....	6
1.1.2 – L'état des grains.....	7
1.1.3 – Le temps.....	7
<b>1.2 – Les dimensions de l'espace</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 – Dimensions de l'étendue.....	8
1.2.2 – Dimensions de l'état des grains.....	8
1.2.3 – Dimensions du temps.....	9
<b>1.3 – Les tendances de l'espace</b> .....	<b>9</b>
1.3.1 – Tendance à l'uniformité.....	9
1.3.2 – Tendance au repos.....	9
1.3.2.1 – Vitesse de transfert .....	10
1.3.2.2 – Vitesse de transfert indépassable.....	10
1.3.3 – Caractère antagoniste des tendances premières de l'espace.....	10
<b>1.4 – La matière et les objets matériels</b> .....	<b>11</b>
1.4.1 – Ce qu'est un objet matériel.....	11
1.4.2 – Déplacement d'un objet matériel.....	11
<b>1.5 – Le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE en résumé</b> .....	<b>12</b>
<b><u>2 – La gravitation</u></b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 – La masse</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 – Masse et vitesse de transfert</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3 – Variations de la vitesse de transfert</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4 – Taille minimum d'un objet matériel</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 – La loi de la gravitation</b> .....	<b>15</b>
2.5.1 – La loi première de la gravitation.....	15
2.5.2 – Les variations de la vitesse de transfert.....	16
2.5.3 – La vitesse moyenne de transfert entre les objets.....	17
2.5.4 – La force s'exerçant sur les deux objets.....	17
<b>2.6 – La densité</b> .....	<b>19</b>
2.6.1 – La trajectoire du transfert.....	19
2.6.2 – Modèle de calcul.....	19
2.6.3 – Vitesses orbitales.....	20
2.6.4 – Galaxie centrée sur un astre de densité très élevée.....	20
<b>2.7 – La courbure de l'espace</b> .....	<b>22</b>
<b>2.8 – Conclusions sur la gravitation</b> .....	<b>23</b>
<b><u>3 – L'échange d'énergie</u></b> .....	<b>24</b>
<b>3.1 – La température</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2 – La loi de Planck</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3 – Mécanisme de l'échange d'énergie</b> .....	<b>25</b>
3.3.1 – Les lois premières.....	25
3.3.2 – La propagation des changements.....	25
3.3.3 – L'amplitude des ondes.....	27
<b>3.4 – Conclusions sur l'échange d'énergie par rayonnement</b> .....	<b>30</b>
<b><u>4 – Conclusion générale</u></b> .....	<b>31</b>
Quelques pistes pour prolonger ces travaux – évidemment incomplets.....	34
Références.....	34

## Introduction

Il est d'usage de distinguer, dans l'étude de la physique, et dans les théories qui visent à établir des lois régissant les phénomènes,

- . la physique classique (monde des milieux solides, liquides et gazeux),
- . la physique quantique (monde microscopique des particules et des champs),
- . la relativité générale (monde macroscopique des planètes, des trous noirs et de la gravité).

Chacune a ses lois, et ses domaines de validité et d'application.

L'objet de la physique est l'établissement des lois qui régissent les interactions entre les objets matériels.

Celui de ce travail est la définition et la description d'un MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE sur la base duquel deviennent possibles la **compréhension**, et la **justification**, des lois régissant deux phénomènes fondamentaux observés entre deux objets matériels distants l'un de l'autre : leur attraction mutuelle (gravitation), et l'échange d'énergie entre eux (rayonnement).

Les termes employés seront définis, autant que nécessaire, et utilisés avec toute la rigueur possible. La référence sera, en général, le dictionnaire du Cnrtl, *Centre national de ressources textuelles et lexicales du CNRS*.

modèle : *Système physique, mathématique ou logique représentant les structures essentielles d'une réalité et capable à son niveau d'en expliquer ou d'en reproduire dynamiquement le fonctionnement.*  
Cnrtl

« *J'ai expliqué jusqu'ici les phénomènes célestes & ceux de la mer par la force de la gravitation, mais je n'ai assigné nulle part la cause de cette gravitation* » écrivait Isaac Newton (1642-1727). Et la **loi de gravitation** qu'il a établie, même *enrichie* par Albert Einstein (1879-1955), reste inexpliquée, et elle ne rend pas compte des vitesses orbitales dans les galaxies.

*Inexpliquée ?...* Certes, la Relativité relie la gravitation avec la courbure de l'espace-temps. Mais d'où provient cette courbure ? Et en quoi consiste-t-elle ?...

La **loi du rayonnement** de Planck (1858-1947), elle, ne rend pas compte du spectre du rayonnement cosmique, et l'origine de ce rayonnement, considéré comme n'étant pas de nature électromagnétique, demeure l'objet d'hypothèses.

Ce qui est proposé ici est une description de l'espace – sa structure et ses tendances – d'où découle un MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE dans lequel les lois fondamentales de la physique trouveraient une explication clairement intelligible.

La **réalité sensible**, sous tous ses aspects, existe et évolue dans un **milieu**, et c'est dans ce milieu que surviennent des phénomènes observables dont la science physique a établi les lois.

Ce milieu a le caractère d'un **substrat** – un substrat **cosmologique**. Et ce substrat est ce qu'on appelle communément l'**espace**.

Ce substrat est susceptible de description et, dans le cadre du MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE, il impose à ce qui s'y passe des contraintes résultant des **tendances** qui le régissent. Ce sont ces contraintes qui seraient à l'origine des phénomènes observés, et donc des lois de la physique.

Comme on le verra (§ 1.5), il s'agit bien de l'espace, ou de l'*espace-temps*, et non de l'éther.

Ce MODÈLE repose notamment sur l'existence permanente, dans l'espace, de **changements**.

Les lois qui en sont issues sont celles admises et vérifiées par la physique dans les conditions où des mesures sont possibles.

Dans le cadre proposé par le MODÈLE, ces lois seraient valables à toutes les échelles.

réalité : *Ce qui existe indépendamment du sujet, ce qui n'est pas le produit de la pensée.* Cnrtl

sensible : *Qui peut être perçu par les sens.* Cnrtl

espace : *Milieu idéal indéfini, dans lequel se situe l'ensemble de nos perceptions et qui contient tous les objets existants ou concevables (concept philosophique dont l'origine et le contenu varient suivant les doctrines et les auteurs).* Cnrtl

milieu : *Élément physique dans lequel un corps est placé, au sein duquel se produit un phénomène.* Cnrtl

idéal : *Qui n'a qu'une existence intellectuelle, sans être ou sans pouvoir être perçu par les sens; en partic. qui a les caractères de l'idée.* Cnrtl

substrat : *Ce sans quoi une réalité ne saurait subsister.* Dictionnaire Robert  
*Substance considérée comme support des accidents, des attributs, des modes, des qualités.* Cnrtl

structure : *Agencement, entre eux, des éléments constitutifs d'un ensemble construit, qui fait de cet ensemble un tout cohérent et lui donne son aspect spécifique.* Cnrtl

cosmologique : *La cosmologie est la Science des grandes lois qui gouvernent l'univers physique.* Cnrtl

tendance : *Évolution (de quelque chose) dans un même sens.* Robert

## 1 – Modèle structurel de l'espace

Ce qui est proposé dans ce chapitre est, bien évidemment, sujet à discussion.

Le lecteur n'est pas tenu de l'accepter, si ce n'est à titre d'**hypothèses de travail**.

Qu'il lui suffise donc de s'assurer que ces hypothèses sont cohérentes et ne contredisent pas les observations.

C'est seulement la correspondance des lois découlant du MODÈLE avec celles qu'a établies la physique (§ 2 et 3) qui permettra de juger de sa validité, ou au moins de sa possible pertinence.

### 1.1 – Les caractères de l'espace

Le **milieu** dans lequel évoluent et interagissent les objets matériels est appelé *espace*.

Et on se gardera de confondre l'**espace** avec l'**étendue**, qui est une grandeur.

Plutôt que de milieu, il faudrait, pour être plus juste, parler de **substrat** (ou de *support*, comme dit le Cnrtl) : l'espace est le substrat de tout ce qui y existe et s'y passe.

Or, un substrat est une chose qu'il est possible de décrire et caractériser indépendamment de ce qui peut s'y trouver ou s'y passer :

Ce substrat a une structure granulaire : il est constitué de **grains**, dont le nombre mesure l'**étendue**.

Chaque grain possède des propriétés et des caractéristiques qui définissent son **état**.

L'état de chaque grain étant sujet à variations, et le nombre de grains augmentant\*, la description du substrat (l'espace) est différente à chaque instant de l'écoulement du **temps**.

Chaque grain d'espace, à un instant, se décrit donc par sa position (fixe) et son état (variable), et l'espace se décrit par l'ÉTENDUE, le TEMPS, et l'ÉTAT de ses grains. C'est l'*espace-temps*.

*étendue* : Longueur, distance (relativement importante) (comprise entre deux points). Cnrtl

*granulaire* : Qui est en petits grains; qui se compose de petits grains. Cnrtl

*grain* : Partie infime de quelque chose; très petite quantité de quelque chose.  
– Parcelle de quelque chose; très petite quantité d'un tas, d'un amas; particule d'un corps, si petite qu'on n'en distingue pas la forme. Cnrtl

\* Cette augmentation serait à l'origine de l'*expansion de l'Univers*. Le processus selon lequel ce nombre augmente ne sera pas développé ici.

Ainsi se justifie l'appellation descriptive du Modèle : MODÈLE D'ESPACE GRANULAIRE ANIMÉ – **MEGA**.

Une telle structure granulaire est envisagée par la *Gravitation quantique à boucles* – mais le rapprochement s'arrête là.

#### 1.1.1 – L'étendue

La structure du substrat (l'espace) est granulaire : il est constitué de **grains** – éléments indivisibles **par nature**.

L'étendue est la mesure du nombre de grains : l'étendue est une grandeur **discrète**.

L'agencement des grains d'espace est **homogène** et **isotrope**.

Seuls ces aspects de la structure de l'espace seront pour l'instant retenus, et ce n'est qu'au § 3 portant sur l'échange d'énergie qu'on s'interrogera sur l'agencement des grains.

*discrète* : Quantité discrète, composée d'éléments séparés (opposé à quantité continue). Robert

*homogène* : Dont tous les éléments sont de même nature et/ou présentent des similitudes de structure, de fonction, de répartition. Cnrtl

*isotrope* : Qui présente les mêmes caractéristiques physiques dans toutes les directions. Cnrtl

### 1.1.2 – L'état des grains

L'espace et les grains dont il est constitué sont par nature immobiles.

Mais il est *animé* – chacun de ses grains est animé\*.

L'espace est animé en ce sens que chacun de ses grains est le siège d'un **changement interne**. Les propriétés et les caractéristiques de ce changement interne définissent, à chaque instant, l'**état\*\*** d'un grain d'espace.

Mais ces changements internes **ne sont pas des mouvements** : ils s'opèrent dans des dimensions qui ne sont pas celles de l'étendue (voir § 1.2.2).

### 1.1.3 – Le temps

Le changement n'est pas concevable sans le temps, ni le temps sans le changement.

Le temps procède du changement interne des grains d'espace.

Ce qui est mesuré, dans le temps, est la **durée**, qui est une grandeur.

Cette grandeur est **discrète** (noter que la définition proposée par le Cnrtrl mentionne, au contraire, sa *continuité*).

L'espace se définit à la fois par : **étendue et état des grains et temps** – l'étendue et l'état des grains variant dans le temps.

## 1.2 – Les dimensions de l'espace

Le **nombre de dimensions** est le nombre de variables indépendantes dont il est nécessaire de connaître la valeur pour décrire complètement un objet : ici, l'espace ou un de ses grains.

Les trois dimensions premières de l'espace sont : **étendue, état, temps**,

et il faut connaître

- trois grandeurs pour localiser un grain d'espace,
- trois grandeurs pour décrire chaque propriété de l'état d'un grain,
- une grandeur pour définir un instant dans l'écoulement du temps.

\* D'une façon analogue à celle dont un pixel, dont la position ne change pas, est caractérisé à chaque instant par sa couleur et son intensité. Et ces propriétés se mesurent dans des dimensions qui ne sont pas les deux dimensions de l'étendue de l'écran.

*état* : Manière d'être (soit stable, soit sujette à des variations) d'une personne ou d'une chose. Cnrtrl

*animer* : Donner du mouvement à quelque chose, lui donner l'apparence de la vie. Cnrtrl

*mouvement* : Déplacement (d'un corps) par rapport à un point fixe de l'espace et à un moment déterminé. Cnrtrl

\*\* L'**état** des grains peut comporter plusieurs **propriétés**. Chaque propriété comporte trois **caractéristiques du changement interne** : amplitude, période, moyenne.

*Ce mot [temps], quand nous le prononçons, nous en avons, à coup sûr, l'intelligence, et de même quand nous l'entendons prononcer par d'autres. Qu'est-ce donc que le temps ? Si personne ne m'interroge, je le sais ; si je veux répondre à cette demande, je l'ignore.* Augustin d'Hippone

*temps* : Milieu indéfini et homogène dans lequel se situent les êtres et les choses et qui est caractérisé par sa double nature, à la fois continuité et succession. Cnrtrl

*Le temps est une notion qui rend compte du changement dans le monde.* Wikipédia Temps

*Le principe de causalité affirme que l'effet ne peut précéder la cause. Ce principe donne une définition implicite du temps : le temps est l'ordre de l'enchaînement des causes et des effets.* Wikipédia Temps

*dimension* : La dimension d'un espace est le nombre de variables qui servent à définir un état, un événement. – Si un système physique peut être dans un ensemble d'états caractérisés par des mesures, le nombre de dimensions de cet ensemble d'états est le nombre de variables indépendantes nécessaire pour caractériser un de ces états. Wikipédia Dimension

*premier* : Qui n'est pas déduit ou défini à partir d'un autre terme, d'une proposition, d'un autre fait; qui s'impose à l'esprit. – Qui est à l'origine d'un phénomène concret ou abstrait. Cnrtrl

### 1.2.1 – Dimensions de l'étendue

L'étendue de l'espace est finie et non bornée.

**Finie** : le nombre de grains dont est fait l'espace n'est pas infini.

**Non bornée** : l'espace n'a pas de bord, on ne peut pas lui assigner de limite, d'extrémité.

Traduisons ces caractères dans une étendue à une dimension :

L'étendue discrète d'un segment est finie et ce segment est borné (il présente deux extrémités).

Replié sur lui-même sous forme de cercle, il a la même étendue finie, mais ne présente plus de limite. C'est une figure à une dimension dont l'étendue est finie et non bornée.

Ici, il convient de constater une ambiguïté de la notion de dimension : ce cercle à une dimension, nous nous le représentons dans un espace à deux dimensions. Pour lever cette ambiguïté, il faudrait distinguer les *dimensions de représentation* (ici, deux) des *dimensions de mesure* (ici, une), et ce sont les dimensions de mesure qui sont considérées ici : une seule grandeur suffit à mesurer la distance entre deux points sur le cercle (ou suffirait à repérer la position d'un point sur le cercle, si une origine des distances avait été définie).

En deux dimensions, ce sera une portion de plan qui, repliée sur elle-même, pourra constituer une surface sphérique – figure à deux dimensions dont l'étendue est finie et non bornée (mais à trois *dimensions de représentation*).

En trois dimensions, ce sera une portion de volume qui, repliée sur elle-même, pourra constituer ce qu'on convient d'appeler une hypersphère – figure à trois dimensions dont l'étendue est finie et non bornée (mais à quatre *dimensions de représentation* – notons qu'il est très difficile pour notre esprit de se représenter cette figure).

Telle est l'étendue de l'espace que nous connaissons, qui est aussi celui de la physique et de la cosmologie.

L'étendue a **trois dimensions**.

Et, dans chacune des trois dimensions, l'étendue se mesure par le nombre de grains.

Il n'y aurait aucun sens à envisager des fractions de grain, puisqu'ils sont *indivisibles par nature* (cf. § 1.1.1).

La mesure de l'étendue par le nombre de grains sera qualifiée d'**absolue**, au sens où elle ne dépend pas d'un repère arbitraire (par opposition à la mesure en mètres du Système International S.I.).

### 1.2.2 – Dimensions de l'état des grains

Les propriétés de l'état des grains sont **dynamiques**, en ce sens que leurs caractéristiques définissent les modalités du changement interne de chaque grain.

Ce changement a la forme d'un **battement** (au sens où on parle des *battements* du cœur – on pourrait aussi parler d'une *pulsation*) : il se caractérise par son **amplitude**, sa **fréquence** et sa **moyenne** – **trois dimensions** par propriété de l'état.

Rappel : ce battement n'est pas un mouvement, car les dimensions de l'état des grains ne sont pas celles de l'étendue (cf. § 1.1.2).

La fréquence des battements se définit comme le nombre de battements par unité de temps (**ut**). La **période** des battements est l'inverse de la fréquence – c'est la durée d'un cycle de battement.

La période est une grandeur discrète. Si l'amplitude et la moyenne présentent le même caractère, cela pourrait contribuer à expliquer l'existence de quanta d'énergie.

Noter que ce qui est dit là vaut pour la propriété dont la température (voir § 3.1) mesure une caractéristique.

C'est ce battement – le caractère périodique du changement interne des grains d'espace – qui fonde le temps que nous connaissons, et qui est aussi celui de la physique : sa période a pour valeur un multiple entier de l'unité absolue de temps (**ut**).

La mesure absolue du temps (par opposition à la mesure en secondes du Système International S.I.) se fait donc par rapport à l'unité absolue de temps (**ut**), qui vaudrait 1 en l'absence de toute masse – mais serait affectée par la présence de masses (voir §1.3.2 & 2.3).

### 1.2.3 – Dimensions du temps

Le temps est un milieu à **une dimension** : une seule grandeur suffit à mesurer la durée entre deux événements – les événements premiers consistant en des changements de l'état des grains d'espace.

Si une seule propriété de l'état des grains d'espace est considérée, l'espace aurait donc sept dimensions :

$$3 \text{ dimensions pour l'étendue} + 3 \text{ pour l'état des grains} + 1 \text{ pour le temps} = 7$$

## 1.3 – Les tendances de l'espace

L'espace est régi par deux tendances premières :

- La tendance à l'uniformité
- La tendance au repos

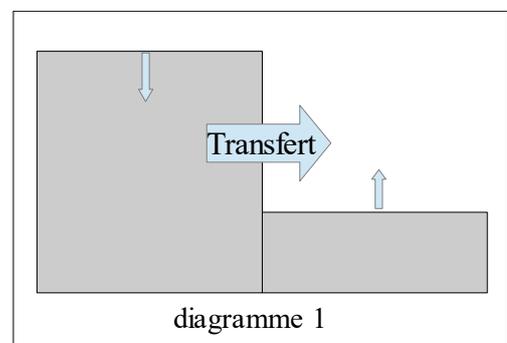
### 1.3.1 – Tendance à l'uniformité

Une différence entre les états de deux grains voisins tend à s'amoinrir.

Appelons **transfert** le processus de modification des états des deux grains concernés, par lequel les différences entre leurs états diminuent.

S'il existe une telle différence, il se passe donc un transfert entre les deux grains : dans le grain où une caractéristique a la valeur la plus élevée, elle baisse ; et elle augmente dans celui où elle a la valeur la plus basse (diagramme 1).

Mais ce transfert n'est pas instantané – il a une vitesse finie.



### 1.3.2 – Tendance au repos

La vitesse de transfert moyenne dans l'espace entier tend à baisser.

La vitesse de transfert serait donc variable.

Cela ne contredit en rien la Théorie de la Relativité, qui dit que la vitesse de la lumière dans le vide a la même valeur dans tous les référentiels inertiels – qu'elle ne dépend ni du mouvement de la source ni de celui l'observateur.

Albert Einstein lui-même avait envisagé ce caractère variable :

« (...) conformément à la Théorie de la relativité générale, la loi déjà souvent mentionnée de la constance de la lumière dans le vide, qui est une des deux suppositions fondamentales de la Théorie

*rie de la relativité restreinte, ne peut pas prétendre à une validité illimitée. En effet, une courbure des rayons lumineux ne peut se produire que si la vitesse de propagation de la lumière varie avec le lieu. On pourrait penser que cette conséquence renverse la Théorie de la relativité restreinte, et avec elle la Théorie de la relativité en général. Mais en réalité il n'en est pas ainsi. On peut seulement en conclure que la Théorie de la relativité restreinte ne peut pas prétendre à un domaine de validité illimité ; ses résultats ne sont valables que dans la mesure où l'on peut négliger les influences que les champs de gravitation exercent sur les phénomènes (par exemple de la lumière). »*  
Albert Einstein, La relativité 1916, au § 22

Noter au passage qu'on ne traite pas ici des objets matériels en **déplacement**, et encore moins de ceux en déplacement très rapide : ce n'est pas non plus sous cet aspect que le MODÈLE entre en contradiction avec la Théorie de la Relativité (restreinte).

La métrique absolue de l'étendue étant fixe\*, **ce serait, pour que la vitesse de transfert varie, l'écoulement du temps** (la relation entre le temps et l'étendue) **qui serait variable**. On verra au § 2 qu'il dépendrait de la présence de masses.

\* Sous réserve de l'augmentation du nombre de grains (expansion cf. § 1.1).

### 1.3.2.1 – Vitesse de transfert

Si une variation de l'état d'un grain met un temps  $t$  à se traduire, dans les grains voisins (soit à une distance de 1 unité d'étendue), par une variation de sens opposé, la vitesse de transfert est  $1/t$ .

La vitesse de transfert, c'est donc l'inverse du temps (durée) que met une variation d'une propriété d'un grain à se traduire par une variation de sens opposé dans les grains voisins.

*Noter qu'il n'est pas préjugé, dans cette définition de la vitesse de transfert, de l'importance de la variation dans les grains voisins, mais seulement de l'existence d'une variation. L'examen de l'importance de la variation, pour les températures, fera l'objet du § 3.*

*Ce qui est appelé ici *transfert* correspond à ce qui est appelé, en matière de communication ou d'informatique, *déplacement de l'information*.*

### 1.3.2.2 – Vitesse de transfert indépassable

Étendue et durée étant des grandeurs discrètes, le transfert ne peut pas s'opérer sur plus d'une unité d'étendue en une unité de temps.

Il existe donc une vitesse de transfert indépassable, égale à une unité absolue d'étendue par unité absolue de durée.

*Le changement interne des grains constitue la référence par rapport à laquelle la durée peut se mesurer.*

*Quels que soient les événements qui peuvent survenir dans l'espace, le sens des tendances premières de l'espace est invariable : le sens de la succession des instants dans l'écoulement du temps est donc invariable.*

### 1.3.3 – Caractère antagoniste des tendances premières de l'espace

On remarquera que, si la vitesse de transfert était nulle, la tendance à l'uniformité ne serait pas **effective** (elle n'aurait pas d'effet). effectif : *Qui produit un effet réel.* Cnrtl

La tendance à l'uniformité serait d'autant moins effective que la vitesse de transfert est plus faible.

On peut dire, en ce sens, que les tendances premières de l'espace sont **antagonistes**.

Sans cet antagonisme, la matière aurait bien pu ne jamais exister.

On verra en effet que, dans un objet matériel, la vitesse de transfert est plus faible qu'autour de lui (§ 2.5.2) : la tendance au repos favorise la formation d'objets matériels. Et la moindre effectivité, qui en résulte, de la tendance à l'uniformité favorise le maintien de l'agencement (ou arrangement) de l'état des grains (voir § 1.4.1).

Les raisons pour lesquelles cette formation se serait interrompue ne seront pas examinées ici.

## 1.4 – La matière et les objets matériels

### 1.4.1 – Ce qu'est un objet matériel

Un objet matériel élémentaire est une portion d'espace dans laquelle l'arrangement de l'état des grains est stable.

L'état des grains est variable par nature. C'est bien l'arrangement de leurs états, et seulement cet arrangement, qui présente un caractère de stabilité dans un objet matériel élémentaire.

*stable* : Qui est dans un état, une situation ferme ou durable. Cnrtl

On pourra noter que le MODÈLE ne fait pas référence aux atomes ou aux molécules. La considération de cet *état* de la matière, intermédiaire entre les particules élémentaires (regroupements stables d'objets matériels élémentaires) et les objets appréhendés à l'échelle humaine, n'est pas de nature à affecter ce qui est proposé ici.

Et la question de la complexité plus ou moins grande des regroupements d'objets matériels élémentaires que seraient les *particules* n'y est pas examinée.

C'est pour ces raisons que l'*interaction forte* et l'*interaction faible* n'y sont pas abordées.

Tout ce qui en sera dit ici est que la formation d'un arrangement stable requiert de l'énergie.

### 1.4.2 – Déplacement d'un objet matériel

Les grains d'espace sont immobiles (cf. § 1.1.2) : seul l'état des grains est donc susceptible de rendre compte d'un déplacement.

Quand un objet matériel se déplace, ce sont les caractéristiques de l'état des grains qui passent d'un grain à l'autre\*.

\* Tout comme ce sont les propriétés des pixels d'un écran qui se modifient quand une figure s'y déplace (cf. § 1.1.2).

On comprend ainsi, ou on pressent, ce qui se passerait si un objet matériel se déplaçait à une vitesse approchant la vitesse de transfert : l'arrangement qui le constitue en arriverait à ne plus pouvoir suivre son déplacement, et l'objet finirait par *se défaire*\*\*.

\*\* Comme, sur un écran, la figure risquerait de se *brouiller* si on voulait qu'elle se déplace à une vitesse approchant celle du changement des propriétés des pixels.

Ainsi, l'espace est *la réalité sensible* – il est ce dont tout objet matériel est fait.

L'étendue de l'espace s'accroît (*expansion*), mais il ne bouge pas – et par rapport à quoi pourrait-il bouger ?...

Les objets matériels élémentaires sont une réalité d'ordre 2 – au sens où leur réalité tient aux *changements* existant dans les grains d'espace (qui sont *la réalité d'ordre 1*). Ces changements, qui ne sont pas des mouvements, définissent l'état des grains.

Pour autant, ces objets ne sont pas moins *réels* que l'espace – et, contrairement à l'espace, certains objets matériels sont *tangibles*, ce qui veut dire que d'autres *objets matériels*, des êtres vivants, sont capables de les percevoir.

Les objets matériels peuvent paraître plus *concrets* que l'espace et ses grains – ces derniers, qui ne sont pas accessibles aux sens, le sont néanmoins tout autant.

## 1.5 – Le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE en résumé

- Il est présenté dans ce qui précède un MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE – ou MODÈLE D'ESPACE GRANULAIRE ANIMÉ (MEGA).
- L'espace est le substrat de toute réalité sensible.
- C'est donc *quelque chose* – ce n'est pas *rien*, ni une abstraction. Il est possible de le décrire par sa structure granulaire, et il a tous les caractères d'une substance.
- L'espace se définit à la fois par : l'étendue, le temps, l'état de ses grains. C'est l'*espace-temps*. Étendue et temps (durée) sont des grandeurs discrètes.
- Deux tendances premières, à l'uniformité et au repos, régissent l'espace.
- La vitesse à laquelle l'état des grains se transfère d'un grain à l'autre (en vertu de la tendance à l'uniformité) tend à baisser (en vertu de la tendance au repos). Cette vitesse est donc variable. Et **c'est une variation dans l'écoulement du temps qui est à l'origine de la variation de la vitesse de transfert** – qui est la vitesse de la lumière.
- On peut toujours dire qu'un objet matériel (portion d'espace dans laquelle l'arrangement de l'état des grains est stable) est *dans* l'espace, mais pour parler juste il faudrait dire qu'il est *de* l'espace – qu'il est *fait d'espace*. C'est pourquoi, au § 1.1, on a parlé de *substrat* plutôt que de *milieu* pour qualifier l'espace.  
*Espace* et *Univers* sont ainsi synonymes.
- On est donc, là, bien loin de l'éther, auquel la science physique prêtait une existence jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle.  
Ou alors il faudrait considérer que l'éther se confond avec l'espace.
- L'espace est ce dont toute chose est faite : les objets matériels aussi bien que les interactions entre eux, et que le vide.
- Le vide est l'état de l'espace quand aucun arrangement stable de l'état des grains n'y existe – ou une portion d'espace où ne se trouve aucun objet matériel. Il est constitué de grains animés et n'est pas uniforme.

*éter* : Fluide subtil supposé remplir l'espace au delà de l'atmosphère terrestre. – Milieu hypothétique (et dont l'existence est actuellement infirmée) extrêmement ténu, élastique, universellement répandu dans le vide comme dans la matière et que l'on croyait lié à l'apparition ou à la transmission des phénomènes lumineux, électriques, calorifiques, magnétiques. Cnrtl

Tous les grains d'espace sont semblables, ils ne diffèrent que par leur état. Il n'y a pas de *grains matériels*, ni de *grains vides*.

C'est sur la base de ce MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE qu'il est possible d'examiner les deux lois fondamentales que sont

- . celle de la **gravitation** (§ 2),
- . celle de l'**échange d'énergie**, ou du **rayonnement** (§ 3).

Elles répondent aux tendances de l'espace définies au § 1.3 :

- . la tendance au repos pour la loi de gravitation,
- . la tendance à l'uniformité pour la loi du rayonnement.

Le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE traite de la réalité à son échelle la plus fine, qui est celle des objets simples – les grains d'espace.

Il vise à dégager ce qui est simple dans les mécanismes en œuvre au sein des phénomènes observés.

Et dégager ce qui est simple, ce n'est pas simplifier – simplifier consisterait à ignorer la complexité.

Le MODÈLE n'est donc pas *une simplification de la réalité* : on verra en effet que les lois dégagées à l'échelle des objets simples sont celles qui régissent les phénomènes observables mettant en jeu des objets d'une extrême complexité.

## 2 – La gravitation

La gravitation, c'est l'attraction mutuelle entre les objets pourvus d'une masse.

L'espace et les grains dont il est fait sont des objets au sens de la définition du Cnrtl. Mais ce ne sont pas des objets matériels.

Un objet matériel, tel qu'il a été défini au § 1.4.1, présente un caractère qui lui est propre : il a une **masse**.

Ce caractère se manifeste de deux façons :

- Par l'**inertie** : un objet matériel, seul et immobile dans l'espace (situation évidemment idéale), resterait là où il est. Il *résiste* au déplacement : pour qu'il se déplace, il est nécessaire que lui soit appliquée une **force**. Cela tient au fait que l'état des grains n'est pas absolument **fluide** (le transfert n'est pas instantané cf. § 1.3.1). La force à appliquer serait proportionnelle au nombre de grains d'espace occupés par l'objet. D'où une première notion de masse : la **masse inerte**, qui serait donc proportionnelle au nombre de grains d'espace occupés par l'objet.
- Par la **pesée** : un objet pèse d'autant plus que le nombre de grains qu'il occupe est plus grand. D'où une seconde notion de masse : la **masse pesante**, ou **masse grave** – elle aussi proportionnelle au nombre de grains d'espace occupés par l'objet. C'est cette seconde notion qui sera retenue ici.

*gravitation* : Phénomène par lequel deux corps pesants quelconques s'attirent mutuellement; force qui fait que les corps tombent, que les planètes décrivent des orbites. Cnrtl

*objet* : Ce qui a une existence en soi, indépendante de la connaissance ou de l'idée que peut en avoir l'être pensant. Cnrtl

*masse* :

*PHYSIQUE et MÉCANIQUE CLASSIQUE* Rapport constant entre toute force appliquée à un corps et l'accélération qui lui est ainsi imprimée.

*PHYSIQUE RELATIVISTE, PHYSIQUE NUCLÉAIRE* L'énergie libérée par la dématérialisation d'une masse  $m$  est égale au produit de cette masse par le carré de la vitesse de la lumière :  $E = mc^2$ . Cnrtl

*inerte* : Qui ne peut par soi-même changer l'état de repos ou de mouvement dans lequel il se trouve. Cnrtl

*force* : Ce qui modifie l'état de mouvement ou de repos d'un corps. Cnrtl

*fluide* : Qui coule avec facilité et harmonie. Cnrtl

### 2.1 – La masse

La **masse absolue** d'un objet matériel est définie comme le rapport entre le nombre de grains de la portion d'espace qu'il occupe (son volume) et le nombre de grains de l'espace tout entier.

Une telle définition semble ne pas tenir compte de la densité de l'objet matériel. La densité sera traitée au § 2.6.

Comme on le verra, le fait que, à masse égale, un objet plus dense est perçu comme plus petit, est analysé comme le résultat d'une déformation des trajectoires du transfert d'autant plus prononcée que la densité est plus grande.

La masse de l'espace serait donc nulle s'il n'y existait aucun objet matériel, et elle serait égale à 1 si un objet matériel l'occupait tout entier.

## 2.2 – Masse et vitesse de transfert

En l'absence de tout objet matériel, la vitesse de transfert (cf. § 1.3.2.1) serait la vitesse indépassable, égale à 1.

En présence d'un objet matériel, et donc d'une masse, la vitesse de transfert en un *point*\* de l'espace est d'autant plus petite

- . que la masse est plus grande,
- . que le point est plus proche de l'objet matériel.

Et ces effets se composent en présence de plusieurs objets matériels.

L'énoncé de la tendance au repos (§ 1.3.2) est complété là.

\* En toute rigueur, il ne faudrait pas parler de points : il s'agit de la vitesse de transfert d'un grain au grain voisin.

*La portée de la gravitation n'aurait théoriquement pas de limite.*

La vitesse de transfert varierait aussi en fonction de la température : elle serait d'autant plus petite que la température (§ 3.1) est plus basse.

## 2.3 – Variations de la vitesse de transfert

Ce qui apparaissait au § 1.3.2 est donc réaffirmé ici : la vitesse de transfert n'est pas la même à tout instant ni en tous endroits de l'espace.

Or, la vitesse de transfert, c'est celle de tous les transferts de caractéristiques de l'état des grains, et en particulier celle de la lumière (cf. § 1.5).

Mais les variations de la vitesse de transfert sont considérablement inférieures à la précision avec laquelle on peut mesurer la vitesse de la lumière : les calculs présentés au § 2.5 établissent que, au voisinage de la Terre, elles sont de l'ordre de  $10^{-95}$ , alors que la précision des mesures de la vitesse de la lumière est aujourd'hui de l'ordre de  $10^{-9}$ .

Si les objets matériels sont très petits (échelle quantique), en revanche, les calculs présentés au § 2.5 donnent à penser que les variations de la vitesse de transfert ne sont plus négligeables (voir le graphique 2 au § 2.5.4).

Pour que la vitesse de transfert varie, la métrique absolue de l'étendue étant fixe, il faut que ce soit celle du temps qui varie : la valeur de l'unité absolue de temps (ut) est affectée par la présence de masses (cf. § 1.3.2).

*Noter que l'indépendance de la vitesse de la lumière dans le vide vis à vis de la vitesse de la source comme du référentiel inertiel de l'observateur découle de la nature de l'espace décrite par le MODÈLE, et n'est donc pas remise en question.*

## 2.4 – Taille minimum d'un objet matériel

La distance entre deux objets, quelles que soient leurs masses, ne peut pas être nulle : elle est nécessairement au moins de 1 (étendue d'un grain d'espace, en unités absolues).

En outre, un objet matériel ne peut pas être d'étendue 1 – comment pourrait-il alors, en effet, être une portion d'espace dans laquelle *l'arrangement de l'état des grains est stable* ? (cf. § 1.4.1)

Il existe donc, pour les objets matériels, une masse minimum, et une étendue minimum.

*Le plus petit objet matériel correspond au nombre minimum de grains d'espace permettant un arrangement stable de leurs états – c'est la particule massive la plus petite pouvant exister.*

## 2.5 – La loi de la gravitation

Sur ces bases, il est maintenant possible d'établir la loi qui régit l'interaction entre les masses.

Considérons deux objets sphériques, caractérisés par leurs rayons (d'où se déduisent leurs masses cf. § 2.1).

Et notons

$r$	le rayon minimum d'un objet matériel
$R1$ et $R2$	les rayons des objets
$M1$ et $M2$	leurs masses
$d$	la distance entre leurs centres
$x$	la distance entre le centre de l'objet 1 et un point (un grain) situé entre les deux objets sur la droite définie par leurs centres
$v(x)$	la vitesse de transfert en ce <i>point</i>
$w(d)$	la vitesse de transfert moyenne de $x = r$ à $x = d - r$

### 2.5.1 – La loi première de la gravitation

La fonction  $v(x)$  résulte, de manière simple, de l'énoncé complet de la tendance au repos (§ 1.3.2 & 2.2) :

- Effet de l'objet 1 –  $v1(x)$  serait la vitesse de transfert partout dans l'espace en présence du seul objet 1.

$$v1(x) = 1 - \frac{M1}{x^2} \quad \text{c'est une fonction monotone croissante de } x$$

Cette formule exprime la **loi première de la gravitation**.

- Effet de l'objet 2 –  $v2(x)$  serait la vitesse de transfert partout dans l'espace en présence du seul objet 2.

$$v2(x) = 1 - \frac{M2}{(d-x)^2} \quad \text{c'est une fonction monotone décroissante de } x$$

Dans l'effet composé, l'écart avec la vitesse indépassable est l'addition des écarts dus à chacun des deux objets, affectée d'un facteur  $(M1 \times M2) / (M1 + M2)$  :

$$v(x) = 1 - \left[ \frac{M1}{x^2} + \frac{M2}{(d-x)^2} \right] \times \frac{M1 \times M2}{M1 + M2}$$

D'où viennent ces fonctions ?... Ce sont celles qui, dans le cadre des hypothèses du MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE, permettent de comprendre et interpréter les observations sur la chute des corps et les orbites des astres – et la loi de la gravitation.

Et la loi de la gravitation, comme toutes les lois de la physique, consiste en une mise en forme mathématique des observations.

Les hypothèses du MODÈLE permettent de conclure à une attraction entre deux objets matériels décroissant quand augmente l'étendue qui les sépare (§ 2.5.3). Pour que cette attraction réponde à la loi de la gravitation dans l'espace décrit par le MODÈLE, la *loi première* énoncée ci-dessus est nécessaire – la loi de Newton, valable pour de faibles vitesses de déplacement, étant alors, en quelque sorte, une *loi seconde*.

On prendra garde que ce qui est en cause dans ces fonctions est la vitesse de transfert de l'état des grains (quelle que soit la propriété concernée) et non l'intensité du transfert. Il en ira autrement pour le rayonnement (§ 3) : ce sera alors le transfert lui-même et son intensité qui seront en cause.

Noter que  $v(x)$  est la vitesse de transfert en tout *point* (cf. § 2.2) sur la droite reliant les centres des deux objets, entre le *plus petit objet matériel* (cf. § 2.4) au centre de l'objet 1 et le *plus petit objet matériel* au centre de l'objet 2.

### 2.5.2 – Les variations de la vitesse de transfert

Le graphique 1 présente sur cette base, entre la surface de la Terre et celle de la Lune, la variation de l'écart de la vitesse de transfert avec la vitesse indépassable égale à 1.

En ordonnée (échelle logarithmique inversée) :

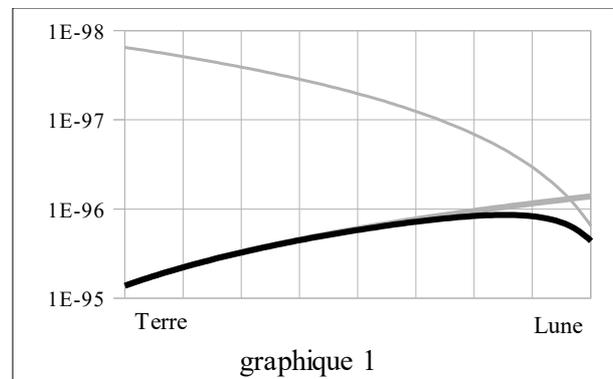
$$1 - v$$

En abscisse : la distance entre la surface de la Terre (objet 1, à gauche) et celle de la Lune (objet 2, à droite).

En trait gris épais :  $v_1(x)$  l'effet de la Terre

En trait gris fin :  $v_2(x)$  l'effet de la Lune

En trait noir :  $v(x)$  l'effet composé



Si le graphique pour le Soleil et la Terre n'est pas présenté, c'est parce qu'il serait difficilement lisible, la courbe  $v_1$  de l'effet du Soleil se confondant presque avec la courbe  $v$  des effets composés.

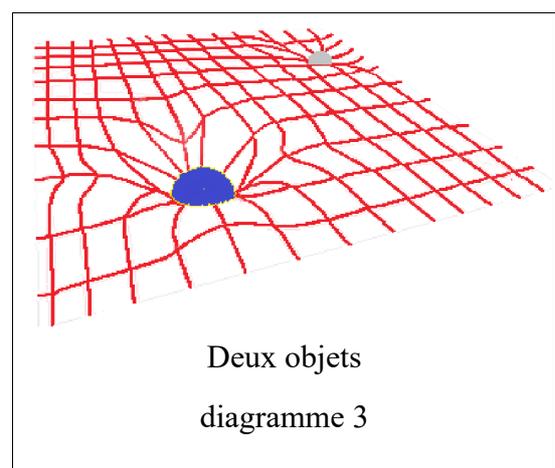
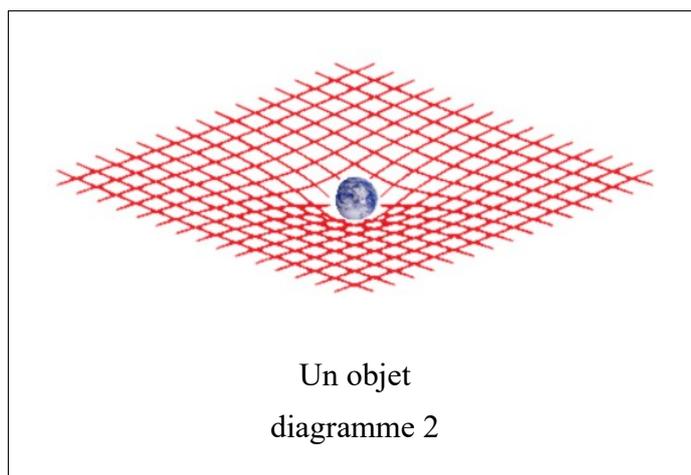
Et la représentation des courbes jusqu'au sein des objets rendrait elle aussi, en accroissant considérablement les variations de  $v$ , le graphique illisible.

Comme on le constate sur ce graphique, la vitesse de transfert entre les deux objets présente un maximum.

L'existence de ce maximum résulte de la **composition de deux lois premières monotones**, celles qui s'appliquent à chacun des deux objets.

La présence d'un objet matériel diminue ce qu'on pourrait appeler la *fluidité* de l'état des grains d'espace (cf. § 2).

Les diagrammes 2 et 3 illustrent par des *nappes* la *déformation de la géométrie de l'espace-temps* selon la théorie de la relativité. On pourra rapprocher le graphique 1 du diagramme 3 : la courbure de la nappe entre l'objet *bleu* (la Terre) et l'objet *gris* (la Lune) présente une forme analogue à celle de la courbe du graphique 1.



La présence de masses, du fait de la variation de la vitesse de transfert qu'elle induit, est donc à l'origine d'une déformation, ou d'une courbure, de l'espace. Il importe de souligner qu'il ne s'agit pas d'une déformation de l'étendue, mais bien de l'espace.

L'ordonnée, dans les diagrammes 2 et 3, tiendrait ainsi à l'écart entre 1 et la vitesse de transfert, qui peut se ramener au temps, comme on l'a vu au § 1.3.2.

### 2.5.3 – La vitesse moyenne de transfert entre les objets

$w(d)$ , la vitesse de transfert moyenne de  $x = r$  à  $x = d - r$ , est

$$w(d) = 1 - \left[ \frac{1}{r} - \frac{1}{d-r} \right] \times \frac{M1 \times M2}{d-2r},$$

la distance  $d$  entre les centres des deux objets ne pouvant pas être inférieure à  $2r$  (ni, bien sûr, à  $R1+R2$ ).

La vitesse moyenne de transfert entre les centres des deux objets augmente donc quand la distance entre eux augmente.

En vertu de la tendance au repos (cf. § 1.3.2), les deux objets tendent par conséquent à se rapprocher pour minimiser la vitesse de transfert dans la portion d'espace concernée par le phénomène.

**De là procéderait la gravitation.**

### 2.5.4 – La force s'exerçant sur les deux objets

La force  $F$  s'exerçant sur chacun des deux objets est proportionnelle à la dérivée de  $w(d)$  par rapport à la distance  $d$  séparant leurs centres.

$$F = \frac{C}{r} \frac{M1 \times M2}{(d-r)^2}, \quad C \text{ étant une constante}$$

Cette force s'analyse comme l'effet des variations, en fonction de la distance entre deux objets, de la valeur moyenne de la vitesse de transfert dans l'intervalle qui les sépare (cf. graphique 1). Mais il s'agit bien d'une force s'exerçant sur chacun des deux objets.

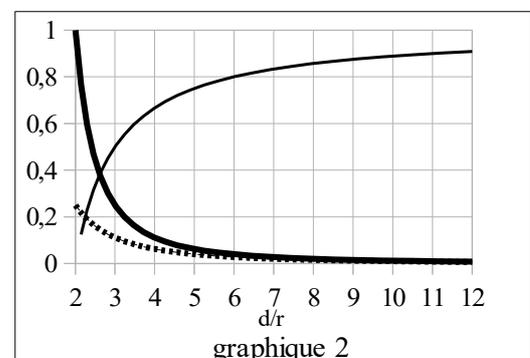
Les deux graphiques ci-dessous représentent respectivement

graphique 2 :

la vitesse de transfert moyenne  $w$ , et  $F/C$ , pour des petites distances entre les deux objets (il s'agit des distances entre leurs centres, et les objets sont donc nécessairement très petits),

graphique 3 :

$F/C$  pour des objets de taille très supérieure au plus petit objet matériel.



En abscisse :

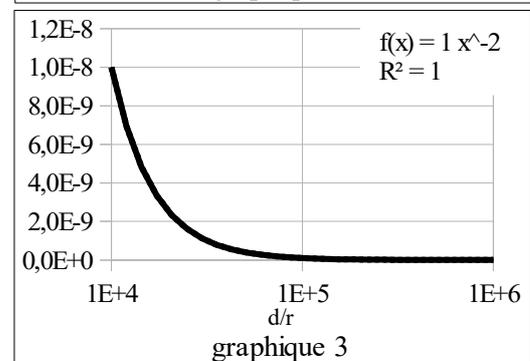
le rapport  $d/r$  entre la distance  $d$  et le rayon  $r$  du plus petit objet matériel.

En ordonnée :

en trait épais :  $F/C$

en trait épais pointillés :  $F/C$  selon la loi de Newton

en traits fins :  $w$ , la vitesse de transfert moyenne



Pour de très petits objets matériels et des distances faibles, la force d'attraction serait supérieure à celle prévue par la loi de la gravitation.

Pour des distances suffisamment grandes par rapport à  $r$ , la force répond à la fonction

$$F = \frac{C}{r} \frac{M1 \times M2}{d^2}, \text{ C étant une constante}$$

à rapprocher de la loi de Newton :

$$F = G \frac{M1 \times M2}{d^2}$$

La constante  $G$  aurait donc pour valeur  $C/r - r$  étant le rayon minimum d'un objet matériel.

\*

On aura remarqué que :

- les calculs ont été effectués en ne considérant qu'une seule dimension de l'étendue (la droite définie par les centres des deux objets),
- on n'a pas tenu compte des variations de  $v(x)$  de part et d'autre des deux objets : elles sont en effet négligeables.

Ces fonctions ne prétendent donc pas être le reflet fidèle et complet de la réalité.

Elles permettraient cependant de conclure

- que, en se fondant sur le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE proposé, on retrouve la loi de la gravitation pour un rapport élevé entre la distance séparant les centres des deux objets ( $d$ ) et le rayon minimum d'un objet matériel ( $r$ ),
- que la gravitation s'écarterait de la loi pour des masses et des distances très faibles.

La loi de la gravitation devient ainsi clairement intelligible dans son domaine de validité.

Et elle serait *corrigée* pour les très petits objets matériels et les très petites distances.

Rappel : on ne traite pas ici des objets matériels en déplacement, et encore moins de ceux en déplacement très rapide (cf. § 1.3.2).

Peut-être aura-t-on remarqué la **simplicité** des fonctions identifiées. Elle reflète celle de la réalité à l'échelle à laquelle elle est considérée ici (cf. § 1.5).

Et c'est le **renversement de perspective** proposé qui permet de percevoir cette simplicité.

Ce renversement a consisté,

au lieu de tenter de remonter, à partir de l'observation des objets et des phénomènes complexes, à des *particules* de plus en plus élémentaires et variées,

à chercher ce qui serait simple, à formuler une hypothèse sur les changements, les objets, et les mécanismes premiers – ce qui existe de plus simple – et à vérifier qu'on reconstitue, sur ces bases, les phénomènes fondamentaux observés à une échelle où les objets sont complexes.

Étendue et temps étant des grandeurs discrètes, la référence à une métrique absolue permet ainsi de dégager cette simplicité, d'une façon analogue au passage, pour le calcul des orbites des planètes, d'un système centré sur la Terre à un système héliocentré.

## 2.6 – La densité

Comme cela a été signalé au § 2.1, il n'a pas été tenu compte jusqu'ici de la densité des objets matériels.

Sa masse étant donnée, un objet matériel, quelle que soit sa densité, est constitué du même volume d'espace, a-t-il été dit. Ce qui doit être précisé maintenant, c'est qu'il **paraît** en occuper d'autant moins que sa densité est plus grande.

### 2.6.1 – La trajectoire du transfert

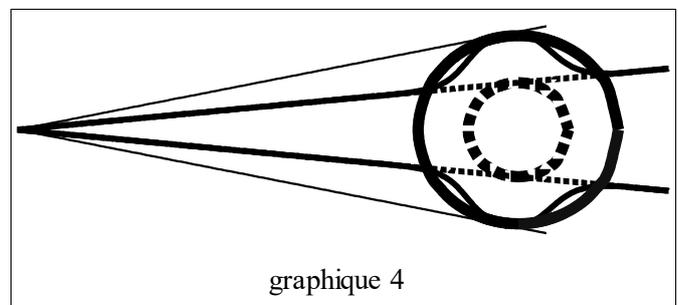
Si un objet matériel paraît occuper, à masse égale, un volume différent selon qu'il est plus ou moins dense, ce serait parce que la trajectoire du transfert (et donc, en particulier, celle de la lumière) dépend de la densité des objets.

La trajectoire du transfert de l'objet 1 à l'objet 2 est telle que, pour un observateur situé à la surface de l'objet 2, l'angle sous lequel est vu l'objet 1 correspond à sa taille apparente.

Le graphique 4 illustre de manière schématique la trajectoire du transfert (la surface de l'objet 2 est à gauche du schéma).

en traits fins : ce que serait la trajectoire du transfert sans déformation  
– l'objet 1 est représenté en traits épais pleins

en traits gras : la trajectoire du transfert, et l'angle sous lequel est vu l'objet 1 – représenté alors en traits épais pointillés



graphique 4

Il apparaît donc ici une seconde sorte de déformation de l'espace. La première (cf. § 2.5.2) tenait à la vitesse de transfert, celle-ci tient à la trajectoire du transfert.

Noter que le caractère *apparent* des rayons des objets n'a pas la même signification que celui de l'égalité en tous lieux de la vitesse de la lumière dans le vide : ce dernier ne tient qu'à la limite de la précision des mesures (cf. § 2.1.3).

Noter aussi qu'il ne s'agit pas d'une *illusion d'optique*, mais bien de la réalité du monde dans lequel nous vivons, qui serait celui de l'espace décrit par le MODÈLE, et de ses lois.

Ce qu'on appelle *courbure de l'espace-temps* tiendrait à la fois aux variations de la vitesse de transfert en présence d'objets matériels et à cette déformation, selon la densité des objets, de la trajectoire du transfert.

### 2.6.2 – Modèle de calcul

Pour tenir compte des densités, le calcul intégral présenté au § 2.5 devient excessivement compliqué. On recourt donc à un **modèle de calcul**.

Ce modèle de calcul est construit sur un tableur. Il est donc aisément **reproductible**, comme le sont les calculs précédents, par quiconque sait manier un tableur.

La vitesse de transfert  $v(x)$  étant très voisine de la vitesse indépassable (égale à 1), le calcul s'y fait sur sa différence avec la vitesse indépassable.

Le calcul sur deux distances voisines permet d'estimer la force d'attraction, qui est proportionnelle à la dérivée de  $w$  (la vitesse de transfert moyenne entre les deux objets) par rapport à la distance  $d$  (cf. § 2.5.4).

Pour chaque distance, une **vitesse orbitale V** est ainsi obtenue.

Il s'agit d'un calcul approché, des approximations résultant du nombre de lignes du modèle, du mode de calcul de la dérivée, et de l'hypothèse d'orbites circulaires.

### 2.6.3 – Vitesses orbitales

Pour pouvoir comparer les résultats aux observations, la référence adoptée est celle des vitesses orbitales.

En effet, une force ne se *voit* pas – ce qui peut être observé et faire l'objet de mesure, ce sont ses effets, les conséquences de son action, par exemple une vitesse ou une accélération.

Si un objet est en orbite autour d'un autre, sa vitesse **V** est fonction de la force qui les attire l'un vers l'autre, de la masse de l'objet central et, bien sûr, de la distance qui les sépare – c'est la vitesse orbitale. Elle est telle que la force d'attraction est égale à la *force centrifuge*.

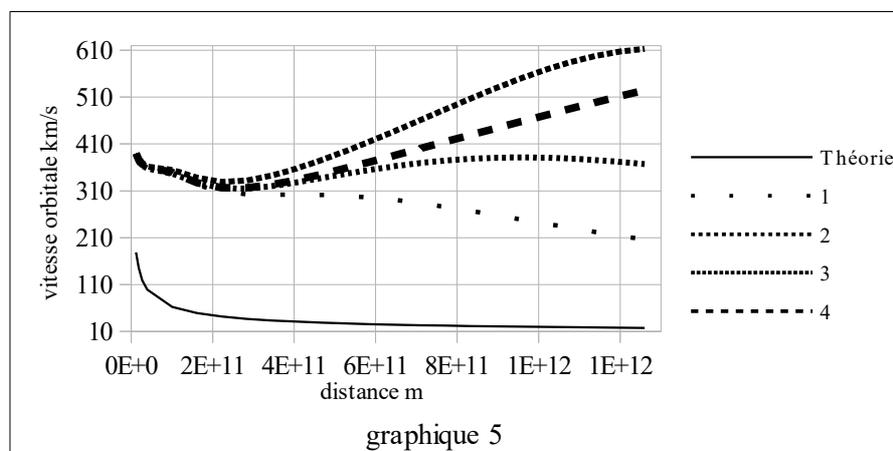
Le calcul permet de vérifier que, pour les astres du système solaire, l'écart entre les vitesses orbitales calculée et observée ne dépasse pas 1 %.

### 2.6.4 – Galaxie centrée sur un astre de densité très élevée

Le graphique 5 présente, pour le Soleil et la Terre, ce que pourraient être les courbes de vitesse orbitale de la Terre si la densité du Soleil était extrêmement élevée.

Elles sont établies pour la Terre et le Soleil isolés dans l'espace, c'est-à-dire en l'absence de tout autre objet matériel.

Elles correspondent à un profil de déformation de la trajectoire du transfert analogue à celui présenté dans le graphique 4 du § 2.6.1.



Ce graphique présente quatre courbes de vitesse orbitale, selon la densité du Soleil et les paramètres du profil de déformation de la trajectoire.

- 1 : densité du Soleil multipliée par  $10^{13}$
- 2 et 3 : densité du Soleil multipliée par  $10^{15}$
- 4 : densité du Soleil multipliée par  $10^{24}$

Noter que, si grande que soit la densité de l'objet matériel, la déformation, telle qu'illustrée par le graphique 4, présente un maximum – le *trou* aurait bien *un fond*... (c'est à l'hypothèse de l'existence de *trous de ver* qu'il est ici fait allusion).

Noter aussi qu'on ne parle ici que d'un *objet de densité très élevée* : les caractères particuliers que pourrait présenter un *trou noir* ne sont donc pas considérés.

Rappelons que ces calculs correspondent à l'existence de deux objets isolés (situation idéale).

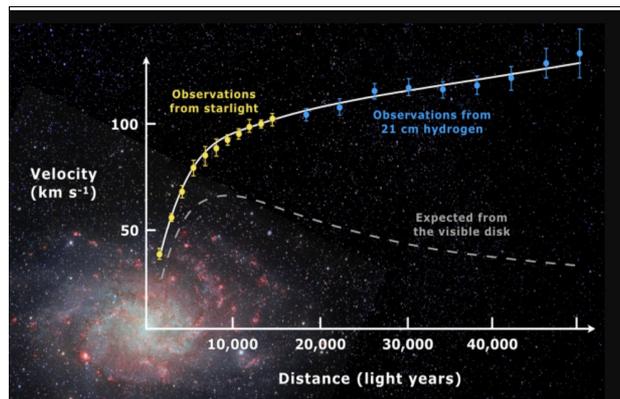
Il n'y est donc pas tenu compte de tous les autres objets qui peuvent entourer, comme dans une galaxie, l'objet central et affecter, par leur présence, les forces auxquelles est soumis l'objet en orbite, et donc la forme des courbes.

Dans les diagrammes 4 et 5 qui présentent des observations, l'existence de tels objets affecte la forme des courbes.

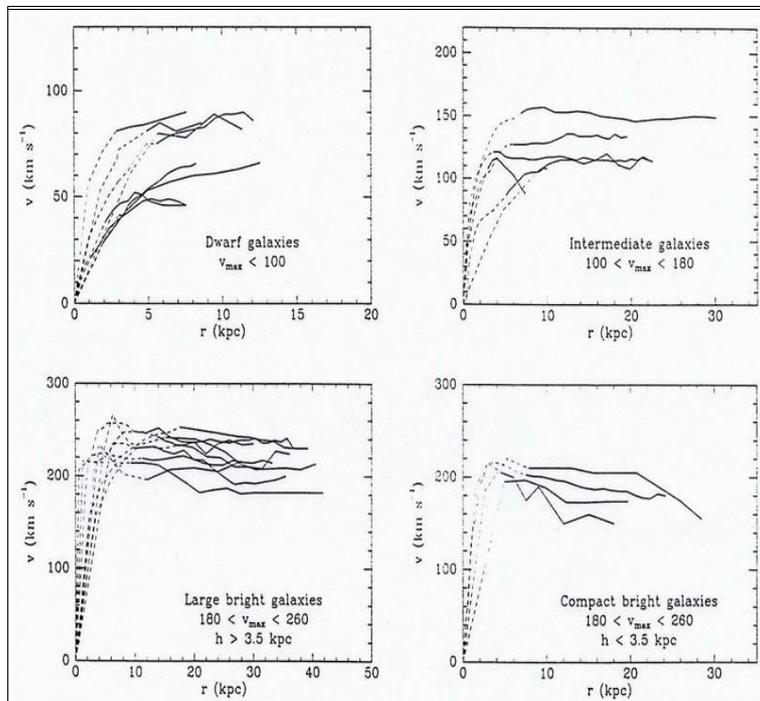
Noter que, dans les diagrammes 4 et 5, le rayon de l'objet central est très petit – dans le graphique 5, il est plus grand d'un facteur de l'ordre de la racine cubique de la densité.

La forme des courbes de vitesse orbitale découle à la fois de la loi de la gravitation et de celle régissant la trajectoire du transfert.

L'hypothèse de l'existence d'une *matière noire* (supposée rendre compte de l'écart entre la courbe observée et la courbe théorique, et d'un excédent apparent de masse) serait alors sans objet.



Source : réf [3]  
diagramme 4



Courbes de rotation  
Source : OBSPM  
diagramme 5

## 2.7 – La courbure de l'espace

Comment la présence d'une masse provoque-t-elle une courbure de l'espace ? Et en quoi consiste cette courbure ?

La présence d'un objet matériel affecterait

- . la vitesse de transfert, par sa masse,
- . la trajectoire du transfert, par sa densité.

- ✧ Le caractère variable de la vitesse de transfert serait à l'origine de la gravitation.
- ✧ La déformation et l'allongement de la trajectoire du transfert seraient à l'origine d'une augmentation des vitesses orbitales autour d'un astre de densité très élevée.
- ✧ La courbure de l'espace, dans ces conditions, résulterait des effets conjugués de la variation de la vitesse de transfert et de la déformation de sa trajectoire.

Et la gravitation serait bien une force.

La grande densité de l'objet central est à l'origine d'une augmentation de la longueur de la trajectoire de transfert par rapport aux conditions théoriques. La force d'attraction, elle, est diminuée, mais dans une proportion moindre. Et il en résulte une vitesse de rotation plus grande.

La force est d'autant plus petite que la densité est plus grande. Et sa variation (en fonction de la distance) est très réduite par rapport à celle de la force théorique.

De façon quelque peu paradoxale, la grande densité de l'objet central serait donc à l'origine d'une atténuation de la gravitation s'exerçant sur les objets en orbite. Mais une augmentation, proportionnellement plus grande, de la longueur de la trajectoire provoquerait une augmentation des vitesses orbitales.

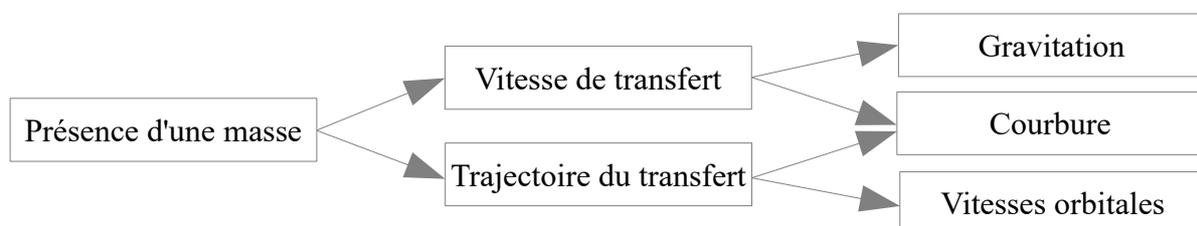
Et ce ne serait pas en vertu de la gravitation que les rayons lumineux sont déviés au voisinage d'un objet matériel (effet de *lentille gravitationnelle*). Mais par l'effet de la courbure de l'espace, qui est due à la fois à la masse et à la densité de l'objet.

- . La masse est à l'origine de la gravitation par l'effet de la variation de la vitesse de transfert.
- . La courbure de l'espace résulte à la fois de cette variation et de la déformation de la trajectoire du transfert par l'effet de la densité de l'objet.

Cela est illustré par le schéma ci-dessous.

Il serait bien vrai qu'une des origines de la courbure est aussi à l'origine de la gravitation. Mais ce serait à tort qu'on attribuerait la déviation de la lumière à la gravitation.

Il n'y aurait pas lieu de parler de *rétroaction entre l'espace-temps et la matière*, puisque la nature ultime de la matière serait l'espace lui-même.



## 2.8 – Conclusions sur la gravitation

Le phénomène de gravitation trouve son origine dans une des deux tendances premières de l'espace, substrat de toute réalité sensible : la tendance au repos (cf. § 1.3.2).

Dans ce phénomène, des forces égales et de sens opposés s'exercent sur deux objets matériels.

Ces forces s'analysent comme l'effet des variations de la vitesse de transfert en fonction de la distance entre les objets (cf. § 2.5.4).

Elles résultent donc des caractères de l'espace tel que le décrit le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE.

Les trois dimensions premières de l'espace sont : le temps, l'étendue, l'état des grains (cf. § 1.1), et c'est pourquoi le terme *espace* (au sens du MODÈLE) dit la même chose que le terme *espace-temps*.

Le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE proposé permet de justifier la façon dont la force s'exerçant entre deux objets matériels varie quand la distance qui les sépare varie.

- La loi de la gravitation est valable pour des masses d'un ordre de grandeur très supérieur à celle du plus petit objet matériel pouvant exister.
- Pour des objets dont la masse est d'un ordre de grandeur comparable à celle de tels objets (échelle quantique), la loi de la gravitation ne serait plus applicable.

La valeur en unités S.I. de la constante gravitationnelle  $G$  dépend de l'étendue de l'espace, et varie donc dans le temps.

Mais la gravitation est sans effet sur l'expansion.

Si, à masse égale, un objet apparaît plus petit quand il est plus dense, cela tiendrait à la trajectoire du transfert, qui serait d'autant plus déformée que l'objet est plus dense.

La forme des courbes de vitesse orbitale autour d'un objet de densité très élevée s'expliquerait ainsi sans que l'hypothèse de l'existence d'une *matière noire* soit nécessaire (cf. § 2.6).

La présence de masses est à l'origine d'une courbure de l'espace sous le double effet de la masse (variation de la vitesse de transfert) et de la densité des objets (déformation de la trajectoire du transfert).

Ce serait à tort qu'on dirait que la gravitation a pour origine la courbure de l'espace – ou que la courbure de l'espace a pour origine la gravitation.

La vitesse de transfert au sein des objets matériels est inférieure à ce qu'elle est dans le vide : la tendance à l'uniformité y est donc moins effective que dans le vide (cf. § 1.3.3).

Si la vitesse indépassable (cf. § 1.3.2.2) ne s'impose pas seulement au transfert de l'état des grains d'espace, alors la **vitesse de la gravité** pourrait être cette vitesse indépassable, et rien ne donne à penser qu'elle soit variable, contrairement à la vitesse de transfert.

Et elle serait, donc, plus grande que la vitesse de la lumière dans le vide, qui est inférieure à la vitesse indépassable (la différence étant bien moindre que la précision des mesures dont nous sommes capables).

On peut donc parler d'*onde gravitationnelle*, avec cette particularité qu'elle n'a pas le caractère de battement : elle présente un *front* (une variation de la vitesse de transfert) se propageant à la vitesse indépassable et dont la *hauteur* diminue avec la distance depuis la source.

L'onde sera, bien sûr, un battement s'il se trouve à la source un phénomène périodique.

### 3 – L'échange d'énergie

La forme d'énergie traitée ici est l'**énergie thermique**.

L'échange se produit entre deux objets de températures différentes.

Et l'échange se fait par rayonnement.

*énergie* : Capacité d'un corps ou d'un système à produire du travail mécanique ou son équivalent. Cnr1

*thermique* : Qui se rapporte à la forme d'énergie qu'est la chaleur. Cnr1

#### 3.1 – La température

La température est associée à l'une des propriétés de l'état des grains. C'est la seule propriété qui sera examinée ici.

Et rien ne donne à penser que l'état des grains présente d'autres propriétés.

C'est une propriété **dynamique**, en ce sens qu'elle ne décrit pas une *situation* à un instant donné, mais les conditions du changement d'une *situation* (cf. § 1.1.2).

Ce changement a le caractère d'un battement, et la propriété se définit par une amplitude, une période et une moyenne (cf. § 1.2.2).

La température est la mesure de l'amplitude du battement.

Et il est de nouveau rappelé que ce battement n'est pas un mouvement, car les dimensions de l'état des grains ne sont pas celles de l'étendue (cf. § 1.1.2).

- La **période** s'exprime en unités de temps. Elle est l'inverse de la **fréquence**, et elle est égale à la **longueur d'onde** si la vitesse de transfert est égale à 1.
- Noter que le rôle joué par la **moyenne** (qui, mesurant la charge, serait à l'origine de la force électrostatique) ne sera pas examiné ici.

L'**énergie thermique** d'un objet (grain d'espace ou objet matériel) est proportionnelle à sa température et à son volume (nombre de grains).

Les températures observées seraient donc celles de l'espace, l'agitation des atomes et des molécules n'en étant que la conséquence.

#### 3.2 – La loi de Planck

La **loi du rayonnement** (dit électromagnétique) a été établie par Max Planck en 1900.

Les difficultés de son établissement (auquel ont contribué notamment Gustav Kirchhoff, Joseph Stefan, John Rayleigh, Ludwig Boltzmann, Wilhelm Wien, James Jeans) sont à l'origine de la découverte des quanta d'énergie, et de la mécanique quantique.

Selon cette loi, le flux d'énergie s'exprime par une fonction (de la température T et de la période p) de la forme :

$$E = \frac{\alpha}{p^5} \frac{1}{e^{\frac{\beta}{pT}} - 1}$$

C'est la mesure de l'énergie transmise par unité de temps, par unité de surface, et par unité de longueur d'onde (ou de période).

Les coefficients  $\alpha$  et  $\beta$  y sont des constantes dépendant du milieu au sein duquel s'opère le transfert :

$$\alpha = 2hc^2n^5 \text{ et } \beta = hcn/k \text{ avec}$$

$h$  : constante de Planck

$k$  : constante de Boltzmann

$c$  : vitesse de la lumière dans le vide

$n$  : indice de réfraction du milieu

La loi de Planck est valable pour l'émission d'énergie par un corps idéal, dit *corps noir*, qui absorberait toute l'énergie qu'il reçoit (c'est-à-dire qu'il n'en réfléchirait ni n'en transmettrait aucune).

### 3.3 – Mécanisme de l'échange d'énergie

#### 3.3.1 – Les lois premières

La réalité sensible est plus complexe que ce qu'un esprit humain peut concevoir.

Elle serait cependant, à l'échelle élémentaire, très simple dans ses principes.

Si la réalité est tellement complexe, c'est qu'elle est extraordinairement composée, même à l'échelle la plus petite que nous soyons capables d'observer.

Mais elle n'est envisagée et examinée ici qu'à l'échelle où elle n'est pas composée – celle du grain d'espace.

Noter que *simple* signifie à la fois *non compliqué*, et *non composé* ou *non complexe* – les deux sens se rejoignent ici de façon claire.

*complexe* : Composé d'éléments qui entretiennent des rapports nombreux, diversifiés, difficiles à saisir par l'esprit, et présentant souvent des aspects différents. Cnrtl

*simple* : Qui n'est pas complexe – Qui n'est pas composé, qu'il est impossible de diviser ou d'analyser – Qui est facile à comprendre, à faire, à utiliser – Qui coule de source, qui est évident. Cnrtl

*composé* : Qui est constitué, formé par la réunion de plusieurs éléments. Cnrtl

Leonhard Euler (1707-1783) disait que *rien ne se passe dans l'univers sans qu'un minimum ou un maximum apparaisse*. On peut penser qu'il avait raison, et peut-être est-ce pour cela qu'il existe *quelque chose*, et non *rien*.

Mais les lois les plus élémentaires, les **lois premières**, elles, sont **monotones** – et il y a de bonnes raisons de croire qu'elles sont **simples**.

Maxima et minima n'apparaissent que du fait de la **composition** de ces lois.

Il en va ainsi de la gravitation, comme nous l'avons vu au § 2.5.2.

Et la loi de Planck s'analyse comme le produit d'un flux *théorique* par une probabilité.

#### 3.3.2 – La propagation des changements

Noter qu'il faudrait parler, pour être plus précis, de la propagation des états des grains, c'est-à-dire des modalités des changements.

La structure de l'étendue a été décrite au § 1.1.1, sans que soit évoquée son organisation à l'échelle des grains – sa structure intime.

Or, le nombre de grains dont est directement entouré chaque grain d'espace, qui sera noté **g<sub>0</sub>**, et qui est nécessairement le même en tout endroit de l'espace (homogénéité), intervient dans la façon dont se propage le changement interne des grains.

Partons donc d'une situation (tout à fait idéale, comme l'était celle de deux objets matériels isolés dans l'espace au § 2.5) dans laquelle le changement interne est uniforme dans tout l'espace, et essayons de nous figurer ce qui se passerait si une modification de l'amplitude du changement intervenait dans un grain (source).

Mettons que cette modification est une augmentation de l'amplitude :

- après une unité de temps (si la période est égale à 1), l'amplitude baisse dans ce grain et augmente dans les **g<sub>0</sub>** grains qui l'entourent, constituant une **vague** en forme de quasi-sphère,
- après une unité de temps supplémentaire, l'amplitude baisse davantage dans ce grain et dans les **g<sub>0</sub>** grains qui l'entourent, et augmente dans une nouvelle vague,
- et ainsi de suite...

Il se forme ainsi une série de vagues dont l'amplitude baisse, du fait de l'accroissement de leur surface, avec la distance depuis le grain source.

Ce qui a été décrit là correspond à ce qui se passerait à la surface d'une mare où on a lancé une pierre. Au nombre de dimensions près : en deux dimensions, donc, pour la surface de l'eau, la hauteur des vagues se mesurant dans la troisième dimension de l'étendue. Il s'agirait d'*ondes mécaniques*.

Les choses ne se passent pas tout à fait de la même façon

- **dans le vide**, c'est-à-dire dans une portion d'espace où ne se trouve aucun objet matériel,
- avec des vagues dont l'amplitude se mesure **dans une autre dimension que celles de l'étendue** (cf. § 1.1.2 & 1.2.2) – aussi ne parlera-t-on plus de vagues, mais d'**ondes** – d'*ondes électromagnétiques*.

Dans les conditions de l'espace tel qu'il a été décrit au § 1 :

- Les ondes ont une **amplitude constante** – c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'amortissement des amplitudes avec la distance depuis la source.
- C'est en fonction de la **période** que se produit une réduction des amplitudes. Et, à la période, il correspond une **longueur d'onde** (cf. § 3.1) : il s'agit donc bien, là aussi, d'une distance.
- Les ondes sont bien **réelles**, mais elles ne deviennent effectives (cf. § 1.3.3) qu'au moment et à l'endroit où elles rencontrent un obstacle (un changement de nature à *perturber* l'onde). Elles deviennent **effectives** (et non pas *matérielles*, bien sûr) – cela veut dire qu'elles ont un effet, et sont donc observables.

Dans le vide, donc, on n'observe pas une onde : on n'observe que ses effets – tout comme il a été dit qu'on n'observe pas une force, mais ses effets (cf. § 2.6.3).

- Il s'agit bien d'**ondes**, consistant en une propagation (cf. § 1.3.1 *transfert*), dans toutes les directions autour de la source, du changement interne des grains – c'est-à-dire des caractéristiques de leur état. Mais, en tout endroit de l'onde, sa rencontre avec un obstacle peut produire un effet, que la physique interpréterait comme l'existence d'une **particule**.

Dans ces conditions, à l'**échelle infra-matérielle** considérée ici, la mesure n'a pas *seulement* une influence sur l'objet mesuré : l'objet mesuré n'existe que du fait de la mesure.

C'est pourquoi on parle de **dualité onde-particule**.

Et c'est ainsi que deux *particules* présentant les mêmes caractéristiques peuvent apparaître au même instant à deux endroits différents, sans pour autant qu'il y ait lieu de remettre en question l'existence du temps (cf. § 1.1.3), non plus que le caractère fini de la vitesse de transfert (cf. § 1.3.2.2).

C'est ainsi, également, qu'il est possible de mesurer

- soit la vitesse de l'onde, la position de celle-ci n'étant définissable que dans la dimension de sa propagation,
- soit la position de la *particule*, mais pas sa vitesse – puisque l'effet (auquel se réduit la réalité de la *particule*) n'existe qu'à l'instant de la mesure.

Si l'onde rencontre un objet matériel de température inférieure à celle de la source, la température (cf. § 3.1) de cet objet augmente, celle de la source diminue, et l'amplitude de l'onde diminue en conséquence. Et le phénomène est susceptible de se poursuivre, de sorte que l'amplitude de l'onde tend à s'annuler, répondant ainsi à la **tendance de l'espace à l'uniformité** (cf. § 1.3.1).

Puisque le propos du MODÈLE se limite aux formes les plus **simples** de la réalité, les problèmes rencontrés par les expérimentations de la physique ne seront pas traités ici : il y intervient en effet des changements, ou des ondes, complexes, ou des objets matériels élémentaires dont la densité est très élevée – d'où une déformation des trajectoires du transfert de l'état des grains d'espace (cf. § 2.6.1).

### 3.3.3 – L'amplitude des ondes

Dans la loi de Planck, le flux d'énergie  $E$  s'analyse comme le produit

- d'un flux *théorique*, qui serait l'énergie maximum émise et qui est notée  $F_x$
- et d'une probabilité (selon la distribution de Bose-Einstein) de survenue de cette émission, qui est notée  $\Phi$ .

$$E = F_x \cdot \Phi$$

La loi de probabilité relève du caractère discret des états d'énergie de la source du rayonnement, et donc de la Mécanique quantique – il n'entre pas dans ce propos de la discuter.

C'est du flux *théorique*  $F_x$  qu'il est traité ici, et il dépend de l'amplitude des ondes – plus précisément : de la variation de cette amplitude.

Il s'agit donc d'examiner comment évolue cette amplitude en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ .

Dans la formule de Planck, elle baisse comme  $\lambda^{-4}$  (ou  $p^{-4}$ ).

La considération d'une structure granulaire de l'espace amène à nuancer cette loi – en précisant qu'elle ne sera pas remise en question dans les conditions où elle est vérifiable expérimentalement.

Selon le MODÈLE présenté au § 1, l'espace a une structure granulaire, et il est homogène et isotrope.

En tout lieu de l'étendue, un grain est donc entouré du même nombre de grains,  $g_0$  (cf § 3.3.2).

Et, à une distance  $d$  d'un grain, il se trouve un nombre  $g(d)$  de grains.

Si la vitesse de transfert est égale à 1, la longueur d'onde  $\lambda$  et la période  $p$  de l'onde sont égales. Et la longueur d'onde est un multiple entier de l'unité absolue d'étendue.

C'est la fonction  $g(d)$  qui est en cause dans cette tentative d'analyse, et donc, en quelque sorte, **la géométrie de l'espace** (noter que, ici, il est question de tout autre chose que la courbure de l'espace).

Pour examiner la variation de l'amplitude, prenons le cas hypothétique, choisi pour permettre un calcul simple, d'une structure hexaédrique régulière (c'est-à-dire en cube centré) de l'espace.

Dans cette configuration,  $g_0 = 8$  – il y a 8 grains autour de chaque grain et, à une distance  $d$  d'un grain, il y a :

$$g(d) = (g_0^{1/3} + d - 1)^3 \text{ grains.}$$

Dans l'étendue comprise entre chaque grain et ceux situés à cette distance  $d$ , le nombre de grains est :

$$\Sigma g = (g_0^{1/3} - 1)^3 d + 3(g_0^{1/3} - 1)^2 d(d+1)/2 + 3(g_0^{1/3} - 1)d(d+1)(2d+1)/6 + d^2(d+1)^2/4$$

L'amplitude  $A(p)$  d'une onde est telle que

$$A(p) \cdot \Sigma g + A_s = A^\circ,$$

$A_s$  étant la fonction de la période  $p$  selon laquelle baisse la température de la source.

$$A(p) = (A^\circ - A_s) / \Sigma g$$

Et le flux *théorique*  $F_x$  est :

$$F_x = \frac{\partial A}{\partial p} \cdot \frac{g}{4\pi \cdot p^2}$$

La *nuance* évoquée ci-dessus vient du fait que la fonction  $\Sigma g$ , qui est bien en  $p^4$  (ou en est extrêmement proche) pour les longues périodes, ne l'est pas pour les périodes les plus courtes.

Une valeur de  $g_0$  différente de 8 compliquerait le calcul, mais n'en affecterait pas le principe, et ne serait pas de nature à affecter formellement les résultats.

L'examen de l'amplitude des ondes donne lieu au calcul d'un **indice** :

$$\text{Indice } I = \text{pente de la courbe } \log(F_x) \text{ fonction de } \log(\lambda)$$

Selon la loi de Planck, cet indice est égal à -4 quelle que soit la longueur d'onde.

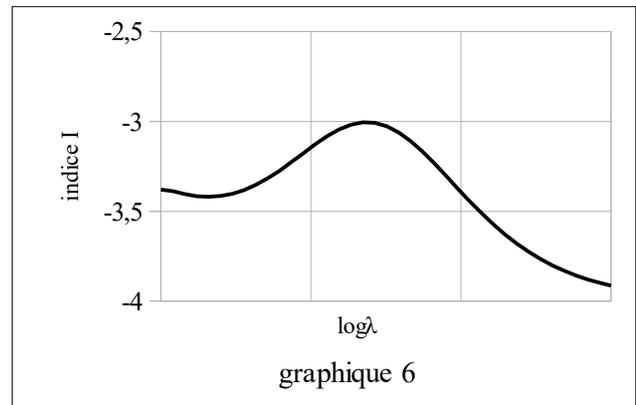
Deux hypothèses de calcul sont présentées ci-dessous.

1° Dans un premier calcul, la température de la source ne dépend pas de la période de l'onde :

$$A_s = 0.$$

L'indice I varierait en fonction de  $\lambda$  selon une courbe ayant l'allure de celle présentée dans le graphique 6, dans lequel la valeur de l'indice I tend vers -4 pour les longueurs d'onde plus grandes.

La fluctuation de l'indice I tient à l'évolution de  $g(d)$  : le rythme d'augmentation de  $\Sigma g$  augmente avec la période, pour se stabiliser (en fonction  $p^4$ ) avec les longues périodes, pour lesquelles la loi de Planck est vérifiée.



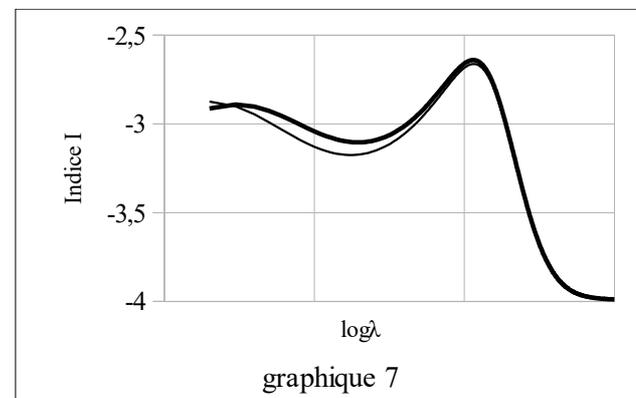
2° Si, maintenant, la température de la source baisse selon une fonction  $A_s(p)$  de la forme

$$A_s(p) = \frac{1}{1 + a \cdot \exp(-b \cdot p^i - j)},$$

la courbe  $I(\lambda)$  pourrait avoir l'allure présentée dans le graphique 7.

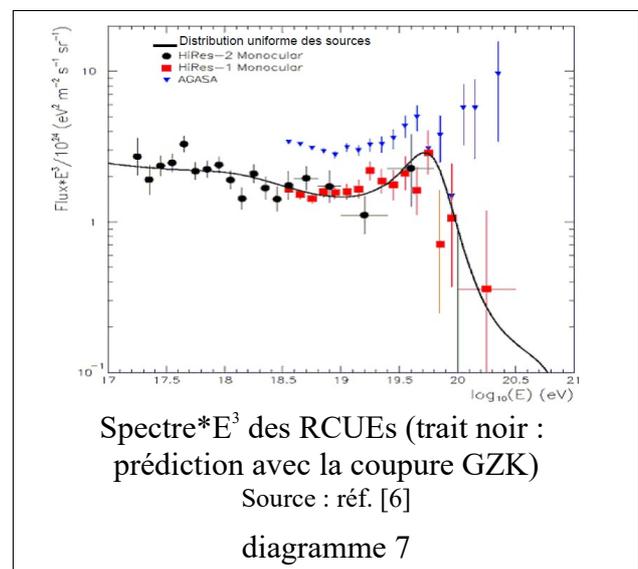
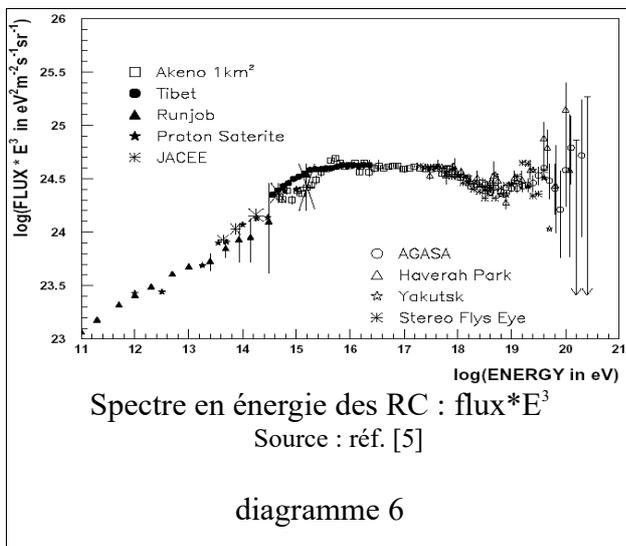
Selon cette fonction  $A_s(p)$ , la baisse de la température est faible pour les très petites longueurs d'onde, puis plus grande, puis de plus en plus faible pour les grandes longueurs d'onde.

La forme de la courbe tient à la fois à la fonction  $g(d)$  et à la façon dont varie la température de la source selon la longueur d'onde.



En traits épais :  $g_0 = 8$   
 En traits fins :  $g_0 = 4$  (calcul approximatif : 4 a remplacé 8 dans les fonctions  $g(d)$  et  $\Sigma g$ )

On pourra rapprocher le graphique 7 du diagramme 7.



Dans les graphiques 6 et 7, les valeurs des abscisses ne sont pas précisées.

Il faudrait, pour le faire, être assuré d'une interprétation de la longueur de Planck : s'agit-il d'un ordre de grandeur de l'unité absolue d'étendue, ou de la taille du plus petit objet matériel (cf. § 2.4) ? Et quelle est la taille du plus petit objet matériel en unités absolues ?... Cela dépasse le cadre de cette note.

Les valeurs des abscisses dépendent aussi des paramètres du calcul, notamment ceux de la fonction  $A_5(p)$ , et plus particulièrement de l'exposant  $i$  de  $p$ .

Selon le MODÈLE D'ESPACE GRANULAIRE ANIMÉ, il existe une distance telle qu'une distance inférieure n'est pas concevable – c'est l'unité absolue d'étendue. Et il y correspond une longueur d'onde minimum, la longueur d'onde élémentaire.

**Les abscisses des deux graphiques 6 et 7 ont en commun que leur minimum est la longueur d'onde élémentaire.**

L'analyse de la loi du rayonnement sur la base de l'amplitude des ondes pourrait donc justifier, pour les plus courtes longueurs d'onde, un spectre des rayonnements électromagnétiques de la forme présentée dans le graphique 7.

Et les rayons cosmiques (voir les diagrammes 6, 7 et 8) pourraient bien être issus de rayonnements électromagnétiques de longueurs d'ondes assez courtes pour que le flux énergétique *théorique*  $F_x$  s'écarte de la loi de Planck.

S'il en est ainsi, dans le diagramme 8 du spectre des rayons cosmiques (page suivante), ce serait parce qu'il n'y a plus rien à observer qu'on n'observe plus rien pour les énergies plus grandes...

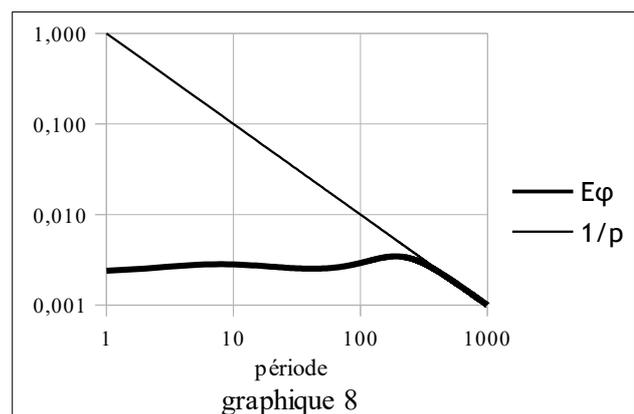
En ajustant la courbe du graphique 7 aux observations, on pourrait s'efforcer d'évaluer :

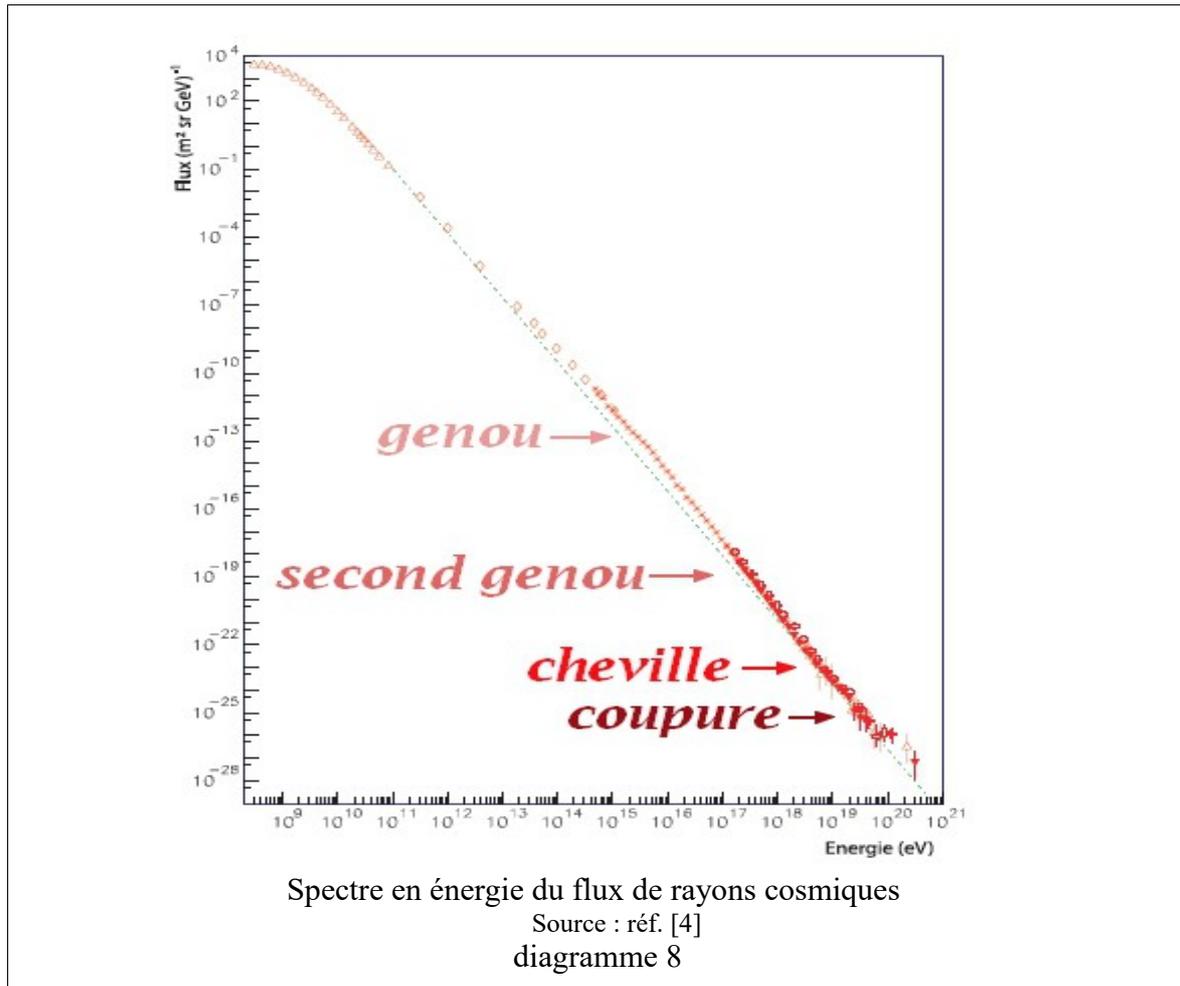
- la longueur d'onde élémentaire – et, par suite, la conversion des unités absolues de temps et d'étendue en unités S.I.,
- les paramètres  $a$ ,  $b$ ,  $i$ ,  $j$  de la fonction  $A_5(p)$ ,
- la valeur de  $g_0$  – et la fonction  $g(d)$ ,
- le diamètre de l'espace observable en unités absolues.

On l'aura remarqué au passage : **l'énergie du photon** ne serait plus proportionnelle à la fréquence pour les très courtes longueurs d'onde.

Dans les conditions du calcul 2° présenté ci-dessus, l'énergie du photon  $E\varphi$  pourrait être représentée, en fonction de la période, selon le graphique 8 dans lequel les échelles sont en unités absolues.

Noter que l'échelle des abscisses présente un caractère arbitraire : elle correspond, là encore, aux paramètres de la fonction  $A_5(p)$  adoptés dans le calcul.





### 3.4 – Conclusions sur l'échange d'énergie par rayonnement

L'échange d'énergie par rayonnement trouve son origine dans une des deux tendances premières de l'espace : la tendance à l'uniformité (cf. § 1.3.1).

En analysant l'échange d'énergie sur la base de l'amplitude des ondes, dans le cadre du MODÈLE, on retrouve la loi de Planck pour des longueurs d'onde suffisamment élevées – l'échange présenterait des écarts avec cette loi pour des longueurs d'onde très courtes, telles que celles des rayons cosmiques (cf. § 3.3.3).

Les rayons cosmiques auraient bien pour origine, alors, des rayonnements électromagnétiques.

L'énergie du photon se *stabiliserait* pour les longueurs d'onde les plus courtes.

À l'échelle quantique, la vitesse de transfert absolue s'écarte de 1 (cf. § 2.3). La période n'est donc plus égale à la longueur d'onde. Des écarts d'une autre sorte avec la loi du rayonnement de Planck pourraient en résulter.

Dans la réalité complexe, celle qui peut faire l'objet d'observations, ce qu'on appelle *dualité onde-particule* revêt une double signification : des ondes *perçues* comme des *particules*, ou des objets matériels élémentaires, présentant une période propre, *interprétés* comme des ondes.

## 4 – Conclusion générale

Le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE présenté ici repose sur des hypothèses dont certaines ont un caractère relativement nouveau :

L'espace est une **substance**. Il a une structure granulaire. Il est le **substrat** de toute réalité sensible.

Il se décrit par l'**étendue**, le **temps**, et l'**état** de ses grains. *Espace*, entendu ainsi, et *espace-temps* disent la même chose.

cf. § 1.1

L'espace a une **structure granulaire** : il existe des **grains d'espace**.

L'**étendue** et le **temps** (durée) sont l'une et l'autre des grandeurs **discrètes**.

cf. § 1.1.1 & 1.1.3

Les grains d'espace sont **animés** : leur **état** (les modalités de leur **changement interne**, qui n'est pas un mouvement) est variable dans l'étendue et dans le temps.

cf. § 1.1.2 & 1.2.2

L'espace est régi par deux **tendances premières** portant sur l'état des grains :

- La tendance à l'**uniformité** : une différence entre les états de deux grains voisins tend à s'amoinrir (**transfert**).
- La tendance au **repos** : la **vitesse de transfert** moyenne dans l'espace entier tend à baisser.

Ces tendances sont respectivement à l'origine des phénomènes de rayonnement et de gravitation.

cf. § 1.3 & 2.5.3 & 3.3.2

Le MODÈLE établit l'existence d'une vitesse – de transfert, comme de déplacement – **indépassable**.

La **vitesse de transfert** – et, donc, celle de la lumière dans le vide – n'est pas la même à tout instant ni en tous endroits de l'espace.

Mais ses variations, là où elle est mesurable, sont considérablement inférieures à la précision des mesures de la vitesse de la lumière.

cf. § 1.3.2.2 & 1.4.2

Du caractère variable de la vitesse de transfert et de celui de l'état des grains d'espace procèdent les **champs**.

Un **objet matériel** élémentaire est une portion d'espace dans laquelle l'arrangement de l'état des grains est stable. Le déplacement d'un objet est celui de cet arrangement des états.

Un objet matériel est donc *fait* d'espace.

cf. § 1.4

La **masse** d'un objet matériel est proportionnelle au rapport entre le nombre de grains de la portion d'espace qu'il occupe – son volume – et le nombre de grains de l'espace tout entier.

cf. § 2.1

Il existerait bien un *espace absolu*, qui ne serait pas accessible à nos perceptions ni à nos mesures.

La relation  $E=mc^2$  pourrait s'interpréter comme une relation entre l'énergie de masse de l'objet et la vitesse de transfert.

Il est admis en *physique classique* que tout changement a une cause et que cette cause est un changement.

Il n'en va pas ainsi des phénomènes fondamentaux – tels que la gravitation ou l'échange d'énergie – qui sont régis par des **lois** répondant à des **tendances** de l'espace.

C'est en cela que ces lois sont **fondamentales**.

cf. § 2.5.3 & 3.3.2

Et on comprend qu'un effet répondant à des tendances du substrat, et non à une cause identifiable localement, puisse ne pas avoir de détermination univoque.

Ce MODÈLE permet de retrouver, dans les conditions où leur vérification par des mesures est possible, les lois de la **gravitation** et du **rayonnement**.

Les hypothèses exposées ci-dessus trouvent ainsi des éléments de vérification et de validation.  
cf. § 2.8 & 3.4

Ce qu'on appelle *Big Bang* (plutôt : ce qui serait le commencement du *Big Bang*), ce serait le premier grain (cf. § 1.1).  
Non pas *l'apparition* du premier grain, puisque le temps n'existe pas sans lui (cf. § 1.1.3) – il n'y a pas *d'avant*, il ne peut donc y avoir *apparition*. Ce ne serait pas un événement – et encore moins une explosion.  
*Après* ce premier grain surviendrait, du fait de l'apparition de nouveaux grains, une *dilatation* de l'espace – d'abord très rapide, mais constamment ralentie.  
Le premier grain a *toujours* existé, puisque le temps n'existe pas sans lui. Il a *toujours* existé, dans l'éternité qui est l'absence de temps.  
Il *contient* toute l'énergie de l'espace, c'est-à-dire de l'Univers (cf. § 1.5).  
On ne peut rien en dire, sinon en relation avec l'espace que nous observons. On ne peut rien en dire, sinon : il existe.  
Et on pourrait considérer qu'il existe *partout*, dans la mesure où il a *partagé* toutes ses propriétés avec les grains qui sont apparus dans la suite du temps – au point qu'il n'en est plus distinguable.

L'examen de la gravitation et du rayonnement amène à des conclusions elles aussi relativement nouvelles.

### Gravitation

La **gravitation** procède d'une variation de la vitesse de transfert en présence de masses (le changement interne des grains d'espace est ralenti).

cf. § 1.3.2 & 2.5.2

Le fait que, à masse égale, un objet matériel plus **dense** apparaît plus petit s'analyse comme une déformation de la trajectoire du transfert.

cf. § 2.6

La **courbure de l'espace** tient aux variations de la vitesse de transfert et à la déformation de sa trajectoire.

cf. § 2.7

La forme des courbes de **vitesse orbitale** dans une galaxie centrée sur un objet de densité très élevée s'explique par les lois ainsi dégagées, sans qu'il soit besoin de faire appel à l'hypothèse d'une **matière noire**.

cf. § 2.6.4

Les phénomènes d'**expansion** et de gravitation sont indépendants l'un de l'autre. Tout au plus peut-on dire qu'il convient, pour évaluer la vitesse d'expansion à partir des observations, de tenir compte de l'existence de matière (et d'astres) et des effets de la gravitation.

cf. § 1.1

### Rayonnement

La **température** d'un objet matériel est celle de l'espace. L'agitation des atomes et des molécules n'en est que la conséquence.

cf. § 3.1

L'analyse de l'échange d'énergie par rayonnement sur la base de l'**amplitude des ondes** montre qu'il s'écarte de la loi de Planck pour les très courtes longueurs d'onde.

Pour de telles longueurs d'onde, l'**énergie du photon** n'est plus proportionnelle à la fréquence.

Et la forme du spectre du **rayonnement cosmique** s'explique par ces écarts.

cf. § 3.3.3

On aura remarqué des différences d'approche entre l'analyse de la gravitation et celle du rayonnement :

- Dans la gravitation, ce qui est en jeu est la vitesse de transfert, alors que, dans le rayonnement, c'est le transfert lui-même.
- L'analyse de la gravitation éclaire la signification de la gravitation, et celle de la courbure de l'espace – l'analyse du rayonnement sur la base de l'amplitude des ondes justifie un écart avec la loi de Planck pour les très courtes longueurs d'onde.

\*

Ce dont il a été traité dans ces pages trouve place *en amont* de la physique et de ses théories – *en amont* de ce qui est complexe : *derrière* le complexe, il y a toujours du simple.

Rien ne donne à penser que le **renversement de perspective** opéré (cf. § 2.5.4) remette en question les théories en vigueur.

Notamment, bien que le MODÈLE *prête à l'espace une existence réelle indépendante de la matière*, cet espace à sept dimensions pourvu d'une métrique absolue est animé, et les transferts s'y opèrent selon des trajectoires curvilignes et à des vitesses variables, de sorte que s'y retrouvent les caractères de l'*espace-temps* de la théorie de la relativité.

Ce *renversement* rend possible, en revanche, une interprétation de la réalité de nature à compléter ces théories et, peut-être, à les unifier.

C'est l'interprétation de lois avérées que ce *renversement* remet en question. Et il amène à préciser leurs domaines de validité.

On ne s'étonnera pas que les lois fondamentales de la physique découlent rationnellement du MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE, s'il est vrai que les objets matériels sont *faits* d'espace : nous sommes en effet – que nous nous y réduisions ou non – des objets matériels, et la nature de l'espace ne nous est donc pas étrangère.

Rappelons-le : le MODÈLE considère la réalité à son échelle la plus fine, qui est celle des objets simples – les grains d'espace.

Les lois qui y sont proposées rendent compte des phénomènes de gravitation et de rayonnement observés, et elles seraient valables à toutes les échelles.

Pour autant, le MODÈLE ne fait qu'évoquer les phénomènes liés à la complexité des objets matériels, même ceux aussi petits que les *particules élémentaires*.

À l'échelle infra-matérielle considérée, la simplicité des phénomènes est réelle et reflète celle des objets.

À l'échelle *élémentaire*, la complexité des phénomènes va de pair avec celle des objets matériels.

À l'échelle humaine se retrouve une relative simplicité, apparente et liée à un effet de nombre.

Le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE ne prétend donc pas constituer une description fidèle et complète de la réalité sensible – tout au plus peut-on se demander si ce ne serait pas *quelque chose comme ça*.

Les lois de la gravitation et du rayonnement sont constitutives, dans les conditions où elles sont expérimentalement vérifiables, d'une *connaissance*. Pour avoir un caractère *universel*, et donc ne pas être seulement des *croyances vraies et justifiées* dans de telles conditions, il leur manque d'avoir été expérimentalement vérifiées *dans toutes les conditions*.

L'exigence *dans toutes les conditions* est impossible à satisfaire. Reste que les moyens actuels ne permettent pas leur vérification dans certaines conditions.

L'établissement de lois universelles vérifiées dans des conditions extrêmes telles que des masses très petites, des densités très élevées, des températures très hautes, des longueurs d'onde très courtes – et donc la vérification de ce qui est proposé ici – ne sera possible (**les observations relatives vitesses orbitales dans les galaxies, et aux rayons cosmiques, n'y suffisant pas**) que par l'examen de leurs conséquences indirectes.

### Quelques pistes pour prolonger ces travaux – évidemment incomplets

- 1▶ Quelle forme prendrait la loi de gravitation pour des **objets matériels très petits et de densité très élevée** ? (cf. § 2.8)
- 2▶ Il a été dit que l'animation des grains d'espace consiste en un **battement**, dans une autre dimension que celles de l'étendue (cf. § 1.2.2). Il pourrait y avoir lieu de considérer plusieurs dimensions pour l'amplitude du battement.
- 3▶ Il a été dit que la vitesse de transfert dépend de la présence d'objets matériels (cf. § 2). Mais elle dépendrait aussi de la **température**, et elle serait d'autant plus petite que la température est plus basse (cf. § 2.2),  
Dépend-elle en outre
  - de la **charge** des objets (cf. § 3.1) ? – l'analyse de la force électrostatique pouvant être menée de manière homologue de celle de la gravitation.
  - de la **période**, la vitesse de transfert étant alors d'autant plus petite que la période est plus longue ?
 Si les objets sont très petits, les variations de la vitesse de transfert seraient alors d'autant moins négligeables (cf. § 2.3).  
Et il se pourrait bien que les formules mathématiques ne soient plus aussi simples...
- 4▶ Il a été dit que
  - *la vitesse de transfert moyenne dans l'espace entier tend à baisser* (cf. § 1.3.2),
  - *les températures observées seraient celles de l'espace, l'agitation des atomes et des molécules n'en étant que la conséquence* (cf. § 3.1).
 N'y a-t-il pas là de quoi *revisiter l'entropie* ?...  
En effet, à l'énergie thermique, de caractère *électromagnétique*, est toujours associée ce qu'on pourrait appeler une *énergie de transfert* (ou **énergie de l'espace**), qu'on pourrait considérer de caractère *mécanique*, bien qu'elle soit présente dans le vide. Cette *énergie de l'espace* tient à la vitesse de transfert, qui diminue en présence d'objets matériels, et augmenterait avec la température (cf. § 2.2). Comme la supposée **énergie noire**, elle *contrarie* la tendance au repos, et donc la gravitation.

### Références

- [1] La relativité – Albert Einstein – (1916)
- [2] How far are we from the quantum theory of gravity? – Lee Smolin (2003)
- [3] Detection and Determination of the Variation of the Speed of Time – Robert M. L. Baker – Journal of Modern Physics (May 2021)
- [4] Cosmic Rays at the Energy Frontier – Cronin J.W., T.K. Graisser et S.P. Swordy – Sci. Amer. 276 (1997)
- [5] Observations and implications of the ultrahigh-energy cosmic rays – Nagano M., A.A. Watson – Rev. of Modern Phys., vol.72 N°3, 689-732 (2000)
- [6] Reconstruction des gerbes atmosphériques et mesure de la fluorescence de l'air pour l'étude des rayons cosmiques ultra énergétiques au sein du projet EUSO – Pierre Colin & Patrick Nédélec (2005)