

MEGA : une théorie *en amont* de la Relativité et de la Mécanique quantique

MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE

UNE INTERPRÉTATION DES LOIS DE LA GRAVITATION ET DU RAYONNEMENT

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.

Pour y répondre, les théories en vigueur, dont la fécondité est pourtant avérée, ne sont d'aucun secours – parce que ce n'est pas leur objet.

Ce dont il est traité ici est la NATURE DES CHOSES.

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, les lois de la GRAVITATION (Newton) et du RAYONNEMENT (Planck).

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.*

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.

Outre qu'elle amène à une explication de l'origine de la gravitation, et qu'elle permet de reconstituer les lois de la gravitation et du rayonnement, elle apporte un éclairage sur certaines observations dont les lois de Newton et de Planck ne rendent pas compte (la gravitation autour d'un trou noir, et le spectre du rayonnement cosmique).

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

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

Cnrtl : Centre national de ressources textuelles et lexicales du CNRS

On trouvera dans la suite 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.

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

En revanche, les conclusions qui en sont tirées en matière de gravitation et d'échange d'énergie sont, elles, 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. Et il serait difficile d'en tenter l'énumération – qu'on pense seulement, par exemple, à la fusion nucléaire.

Table des matières

Introduction.....	4
1 – Modèle structural de l'espace.....	6
1.1 – Les caractères de l'espace	6
1.1.1 – L'étendue.....	6
1.1.2 – L'état des grains.....	7
1.1.3 – Le temps.....	7
1.2 – Les dimensions de l'espace.....	7
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
1.3 – Les tendances de l'espace.....	9
1.3.1 – Tendance à l'uniformité.....	9
1.3.2 – Tendance au repos.....	9
1.3.2.1 – Vitesse de transfert	9
1.3.2.2 – Vitesse de transfert indépassable.....	10
1.3.3 – Caractère antagoniste des tendances premières de l'espace.....	10
1.4 – La matière et les objets matériels.....	10
1.4.1 – Ce qu'est un objet matériel.....	10
1.4.2 – Déplacement d'un objet matériel.....	11
1.5 – Le Modèle structural de l'espace en résumé.....	11
2 – La gravitation.....	13
2.1 – La masse.....	13
2.2 – Masse et vitesse de transfert.....	14
2.3 – Variations de la vitesse de transfert.....	14
2.4 – Taille minimum d'un objet matériel.....	14
2.5 – La loi de gravitation.....	15
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
2.5.5 – Examen critique des calculs.....	18
2.6 – La densité.....	19
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 trou noir.....	20
2.7 – Éléments de calcul.....	21
2.8 – Conclusions sur la gravitation.....	22
3 – L'échange d'énergie.....	23
3.1 – La température.....	23
3.2 – La loi de Planck.....	23
3.3 – Mécanisme de l'échange d'énergie.....	24
3.3.1 – Les lois premières.....	24
3.3.2 – La propagation des changements.....	25
3.3.3 – L'évolution des amplitudes.....	26
3.4 – Une interprétation nouvelle de la loi de Planck.....	27
3.5 – Le spectre du rayonnement cosmique.....	29
3.6 – Éléments de calcul.....	30
3.7 – Conclusions sur l'échange d'énergie par rayonnement.....	32
4 – Conclusion générale.....	33

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 classique 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 complétée par Albert Einstein (1879-1955), reste inexplicée, et elle ne rend pas compte de l'attraction exercée par un trou noir.

La **loi du rayonnement** de Planck (1858-1947), fondée sur un effet statistique, elle, ne rend pas compte des irrégularités du spectre du rayonnement cosmique.

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 trouvent 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 sont 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**. Et un **objet matériel** s'y définit comme une portion d'espace dans laquelle l'arrangement des changements est stable (§ 1.4.1). Les lois issues de ce MODÈLE sont celles admises et vérifiées par la physique (lois de Newton et de Planck) dans les conditions où des mesures sont possibles.

Entièrement fondées et expliquées, les lois issues du MODÈLE sont, en revanche, valables à toutes les échelles.

Le MODÈLE offre donc un socle commun à la Relativité et à la Mécanique quantique, et ouvre ainsi la voie à leur unification.

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 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.

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

Ainsi s'éclaire l'appellation descriptive du Modèle : MODÈLE D'ESPACE GRANULAIRE ANIMÉ – MEGA.

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 a en outre la caractéristique d'être **homogène** et **isotrope**.

Seuls ces aspects de la structure de l'espace seront pour l'instant retenus, et ce n'est qu'au § 3.3.2 portant sur l'échange d'énergie que l'agencement des grains sera davantage examiné.

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 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*). On peut ainsi parler de **grain de temps**, comme on parle de grain d'espace.

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

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 caractéristiques 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

L'état des grains est **dynamique**, en ce sens que ses caractéristiques définissent les modalités de son changement interne.

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. Une quatrième caractéristique, la phase, serait sans objet à l'échelle élémentaire considérée.

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 (voir § 4).

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

C'est la durée d'un cycle de battement qui fonde le temps que nous connaissons, et qui est aussi celui de la physique : elle a pour valeur un multiple entier de l'unité absolue de temps (ut) – le grain de temps.

Comme pour l'étendue, la mesure du temps par le nombre de grains sera donc qualifiée d'absolue (par opposition à la mesure en secondes du Système International S.I.).

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 a donc sept dimensions :
3 dimensions pour l'étendue + 3 pour l'état des grains + 1 pour le temps = 7

1.3 – Les tendances de l'espace

L'espace est régi par deux tendances premières :

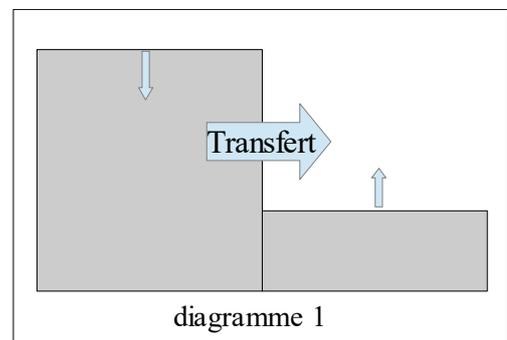
- La tendance à l'uniformité
- La tendance au repos

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.

1.3.2 – Tendance au repos

La vitesse de transfert tend à être la plus basse possible.

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 ailleurs 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'un grain d'espace en un grain de temps.

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

Les changements internes des grains constituent 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 est 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

Le MODÈLE ne fait pas référence aux atomes ou aux molécules.

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

C'est la raison pour laquelle 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 qui se modifient quand une figure se déplace sur un écran (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*.

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

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

Les objets matériels sont une réalité d'ordre 2 – au sens où leur réalité tient aux changements (qui ne sont pas des mouvements) des grains d'espace.

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.
Étendue et temps (durée) sont des grandeurs discrètes.
- Deux tendances premières, à l'uniformité et au repos, régissent l'espace.
- 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* deviennent ainsi synonymes.
- On est donc, là, bien loin de l'éther, auquel la science physique prêtait une existence jusqu'au début du XX^e siècle.
Ou alors il faudrait considérer que l'éther se confond avec l'espace.

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
- 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.

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

- . celle de la **gravitation** – on reconstitue ainsi la **loi de Newton** (§ 2),
- . celle de l'**échange d'énergie**, ou du **rayonnement** – on reconstitue ainsi la **loi de Planck** (§ 3).

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

- . la tendance au repos pour la loi de Newton,
- . la tendance à l'uniformité pour la loi de Planck.

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 établies 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, comme le temps et les grains de temps, sont des objets au sens de la définition du Cnrtrl. 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**. 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. Cnrtrl

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

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 : $E = mc^2$. Cnrtrl

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

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

fluide : Qui coule avec facilité et harmonie. Cnrtrl

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, la densité y est analysée comme 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.

Pour passer aux unités en usage (ici le kilogramme, dans le système international d'unités (S.I., dit aussi MKSA : mètre, kilogramme, seconde, ampère), il conviendrait d'introduire des coefficients. Mais, dans l'examen de la gravitation, ce sont les unités absolues qui seront retenues :

- . l'unité d'étendue (**ue**) est l'étendue d'un grain d'espace,
- . l'unité de temps (**ut**) est le grain de temps,
- . et l'unité de masse (**um**) : $6/\pi/(\text{étendue de l'espace})^3$.

Le calcul des coefficients à appliquer pour passer des unités absolues aux unités S.I. suppose notamment de connaître l'étendue de l'espace en mètres et en unités absolues d'étendue (**ue**).

L'étendue absolue de l'espace sera estimée à partir de l'examen de la loi du rayonnement (§ 3.6).

La conversion des unités d'étendue, de temps et de masse pourra alors être estimée sur la base d'une étendue de l'espace en unités S.I. évaluée par la physique.

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, qui a donc pour caractéristique d'avoir 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 la masse.

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

On fait donc là une hypothèse complémentaire de celles présentées au § 1.

* En toute rigueur, il ne faudrait pas parler de points : il s'agit de la vitesse de transfert entre deux grains voisins.

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

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

2.3 – Variations de la vitesse de transfert

Ce qui apparaissait implicitement au § 1.3.2 est donc réaffirmé là : 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.

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} (7×10^{-10}).

Pour de très petits objets (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).

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 de taille 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 donc 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 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 <i>point</i> 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'*hypothèse complémentaire* énoncée au § 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 équations ?... 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 Newton.

Les hypothèses du MODÈLE permettent de conclure à une attraction entre deux objets matériels décroissant quand augmente l'étendue qui les sépare. Pour que cette attraction réponde à la loi de Newton dans l'espace décrit par le MODÈLE, la *loi première de la gravitation* est nécessaire – la loi de Newton 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, pour la Terre et la Lune, la variation de l'écart de la vitesse de transfert avec la vitesse indépassable égale à 1.

En ordonnée (échelle logarithmique inversée) :

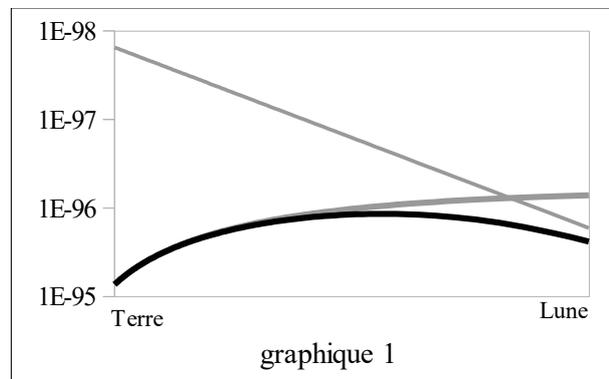
$$1 - v$$

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.

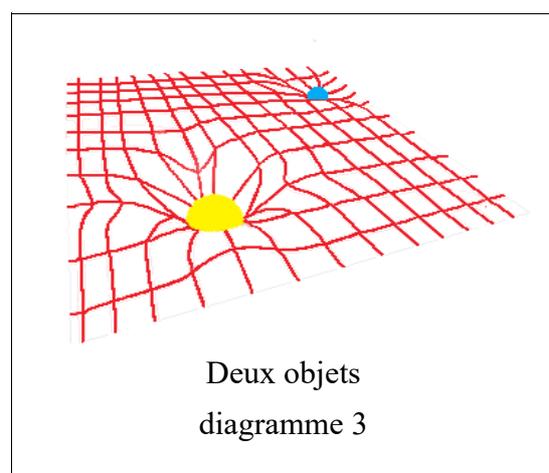
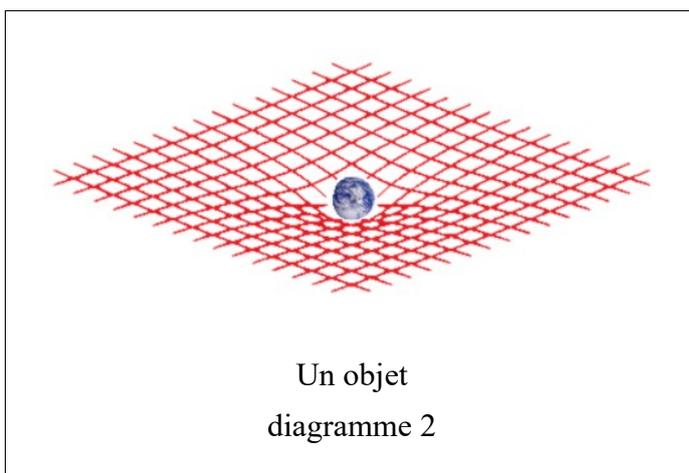
Et la représentation des courbes jusqu'au sein des objets rendrait elle aussi, en accroissant considérablement les variations de v , le graphique illisible.

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 relatives à chacun des deux objets (un commentaire analogue sera fait au § 3.3.1 à propos de la loi du rayonnement).

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* dans la théorie de la relativité. On pourra rapprocher le graphique 1 du diagramme 3 : la courbure de la nappe entre l'objet *jaune* (le Soleil) et l'objet *bleu* (la Terre) présente une forme analogue à celle de la courbe du graphique 1.



Ce qu'on appelle *déformation de la géométrie de l'espace-temps* peut donc s'interpréter comme une variation de la vitesse de transfert.

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.

$$F = \frac{C}{r} \frac{M1 \times M2}{(d-r)^2}$$

Elle 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 :

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 distances élevées entre les objets.

En abscisse :

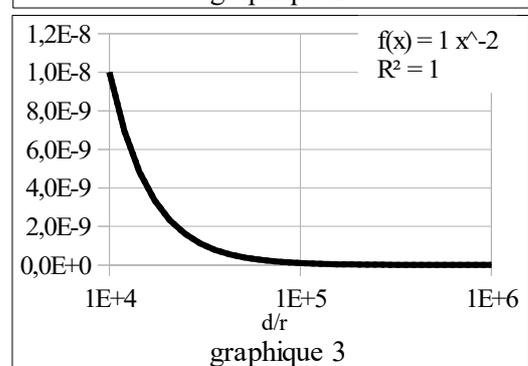
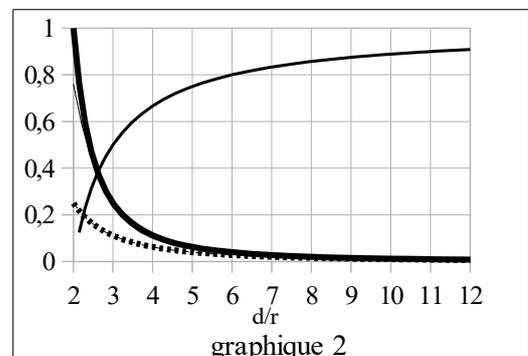
le rapport d/r entre la distance d et le rayon r du plus petit objet matériel.

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 est supérieure à celle prévue par la loi de Newton.

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

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

à rapprocher de la loi de Newton :

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

La constante G a donc pour valeur C/r – r étant le rayon minimum d'un objet matériel.

2.5.5 – Examen critique des calculs

Dans les formules utilisées ci-dessus, la masse est supposée concentrée au centre des objets.

Si, dans le calcul de $v(x)$ au sein des objets, on tient compte des influences contraires de la partie de l'objet plus proche du centre, d'une part, et de celle qui en est plus éloignée, d'autre part, les résultats n'en sont significativement affectés que pour des objets de masse proche de celle de l'*objet matériel de taille minimum* (cf. § 2.4).

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, d'autre part, 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 permettent cependant de conclure

- que, en se fondant sur le MODÈLE STRUCTUREL DE L'ESPACE proposé, on retrouve la loi de Newton 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 loi de gravitation s'écarte de la loi de Newton pour des masses et des distances très faibles.

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

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

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.

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, c'est parce que la trajectoire du transfert (et donc, en particulier, celle de la lumière) dépend de la densité des objets.

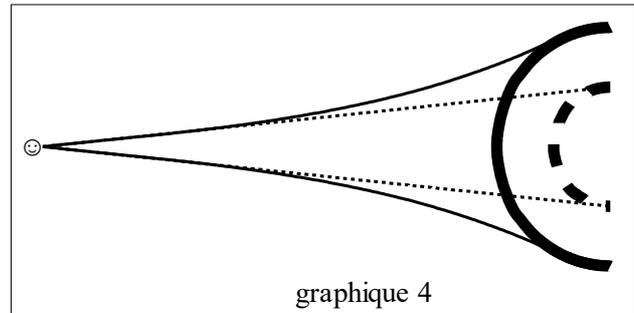
La trajectoire du transfert de l'objet 1 à l'objet 2 est telle que, pour un observateur situé à la surface de l'objet 2, l'angle sous lequel est vu l'objet 1 correspond à sa taille apparente.

Le graphique 4 illustre de manière schématique les trajectoires du transfert.

en traits pleins : la trajectoire de transfert
– l'objet est représenté en traits gras pleins

en pointillés : l'angle sous lequel est vu l'objet, représenté alors en traits gras pointillés

Les deux courbes sont tangentes à l'extrémité gauche, où se situe l'observateur.



Noter ici 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).

Ce ne serait donc pas en vertu de la gravitation que les rayons lumineux sont déviés au voisinage d'un objet matériel (effet de *lentille gravitationnelle*). Ou alors indirectement : non pas du fait d'une attraction ou par l'effet de la masse, mais par celui de la déformation des trajectoires liée à la densité de l'objet.

Ce qu'on appelle courbure de l'espace-temps et dilatation du temps tiendraient à la fois, l'une et l'autre, 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 comporte 10 lignes pour chacun des objets, et 100 lignes pour l'étendue entre les objets. 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.

On vérifie que, pour des densités unitaires, les résultats du modèle de calcul sont conformes à ceux du calcul intégral.

Le calcul consiste, pour une série de distances entre les objets,

- à ajuster les trajectoires pour que l'angle sous lequel, depuis la surface de l'objet 2, est vu l'objet 1 corresponde à sa taille apparente,
- et à calculer la vitesse moyenne de transfert $w(d)$, sur la base de la forme et de la longueur de la trajectoire.

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

Le calcul est ainsi effectué point par point. 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 %.

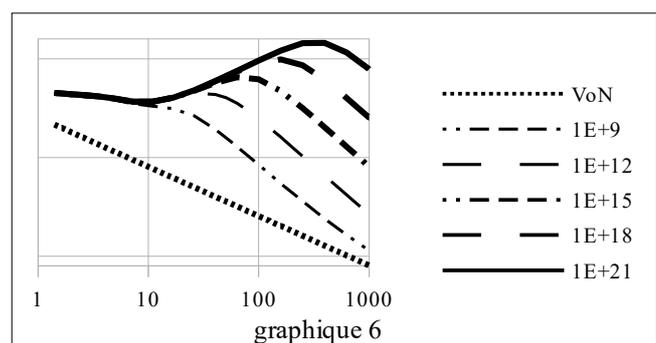
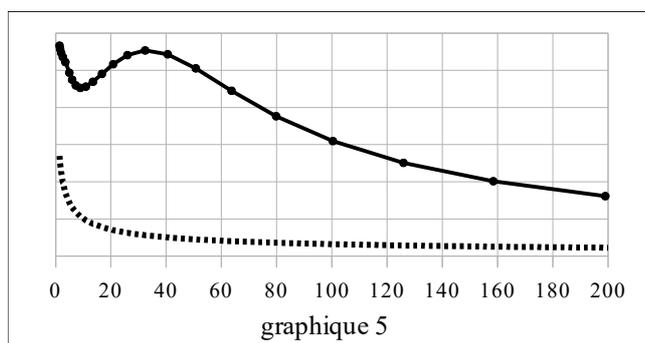
2.6.4 – Galaxie centrée sur un trou noir

Le graphique 5 présente, pour le Soleil et la Terre,

- la courbe de vitesse orbitale de la Terre si la densité du Soleil était 10^{12} fois celle de la Terre
- et, en pointillés, la courbe théorique VoN.

Le graphique 6 présente, en coordonnées logarithmiques, la courbe de vitesse orbitale pour différents rapports entre la densité du Soleil et celle de la Terre.

Les deux graphiques portent, en abscisse, la distance entre le Soleil et la Terre rapportée au rayon du Soleil.



Faute de tenir compte de la déformation, associée à la densité, des trajectoires du transfert, il peut sembler naturel d'expliquer l'écart entre les courbes effectives et la courbe théorique par l'existence d'une masse diffuse s'ajoutant à celle du soleil - la *matière noire*.

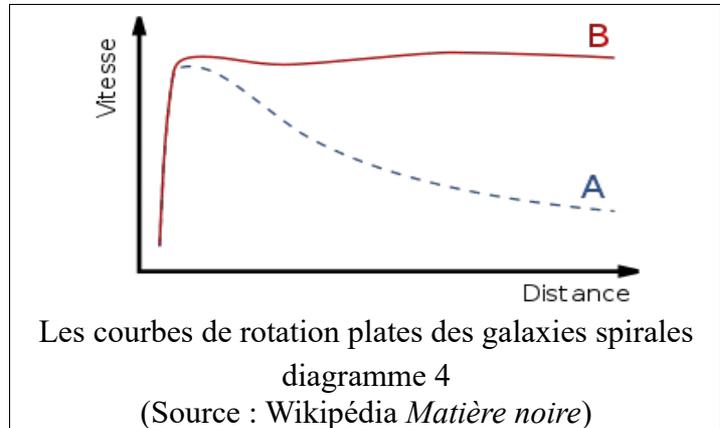
Rappelons que ces calculs correspondent à l'existence de deux objets isolés (situation idéale).

Il n'y est donc pas tenu compte de tous les autres objets qui peuvent entourer, comme dans une galaxie, l'objet 1 central et affecter, par leur présence, les forces auxquelles est soumis l'objet 2, et donc la forme des courbes.

Dans le diagramme 4, au contraire, il est tenu compte de la présence de tels objets.

La courbe A y représente les vitesses orbitales prévues par la loi de Newton.

La courbe B représente les **vitesses orbitales observées** (effectives).



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

L'hypothèse de l'existence d'une *matière noire* (supposée rendre compte de l'écart entre la courbe effective et la courbe théorique) est alors sans objet.

2.7 – Éléments de calcul

L'estimation de la valeur du diamètre N de l'univers en unités absolues d'étendue (ue) est permise par l'examen des mécanismes d'échange d'énergie par rayonnement (voir § 3) : $N = 2,88 \times 10^{66}$ ue (§ 3.6).

La conversion des unités d'étendue, de temps et de masse en résulte, sur la base d'un diamètre de l'univers considéré égal à $8,8 \times 10^{26}$ m :

$$\text{m/ue} = 3,05 \times 10^{-40},$$

$$\text{s/ut} = 1,02 \times 10^{-48},$$

$$\text{kg/um} = 3,57 \times 10^{80}.$$

En revanche, l'estimation de la constante gravitationnelle G et celle de l'étendue de l'espace observable ne sont pas suffisantes pour déterminer l'étendue du plus petit objet matériel (cf. § 2.4 et 2.5.4).

Si le rayon du plus petit objet matériel est égal à la longueur de Planck, la constante C (cf. § 2.5.4) vaudrait $4,60 \times 10^{97}$ ue/ut.

Dimensions : Masse $\equiv L^3/T$ et C $\equiv L/T$.

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 propriétés 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. § 2), et c'est en ce sens que le terme *espace* (au sens du MODÈLE) dit la même chose que le terme *espace-temps*.

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

- La loi de Newton 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 Newton n'est 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.

La densité s'analyse comme une déformation des trajectoires du transfert. La forme des courbes de vitesse orbitale autour d'un objet de densité très élevée (trou noir) s'explique ainsi sans que l'hypothèse de l'existence d'une *matière noire* soit nécessaire (cf. § 2.6).

Le traitement de la gravitation pour de très petits objets matériels (tels que, par exemple, le proton et l'électron de l'atome d'hydrogène) devrait donc tenir compte à la fois

- . de la forme que prend la loi de gravitation pour les très petits objets matériels,
- . de la déformation de la trajectoire du transfert en présence d'objets de densité très élevée.

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).

Le phénomène de gravitation trouve son origine dans la tendance au repos, et non pas dans un transfert de l'état des grains d'espace – contrairement, comme on le verra au § 3, à l'échange d'énergie.

Si la vitesse indépassable (cf. § 1.3.2.2) est celle de tout changement, et ne s'impose donc 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, dans la mesure où les objets sont distants l'un de l'autre, l'échange se fait par rayonnement.

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

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

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**, rappelons-le, 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. Pas plus que celui de la phase.

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

Les températures observées sont 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, l'énergie transmise s'exprime par une fonction (de la température T et de la période

p) de la forme :

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

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 α et β y sont des constantes dépendant des caractéristiques du milieu au sein duquel s'opère le transfert :

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

h : constante de Planck

k : constante de Boltzmann

c : vitesse de la lumière dans le vide

n : indice de réfraction du milieu

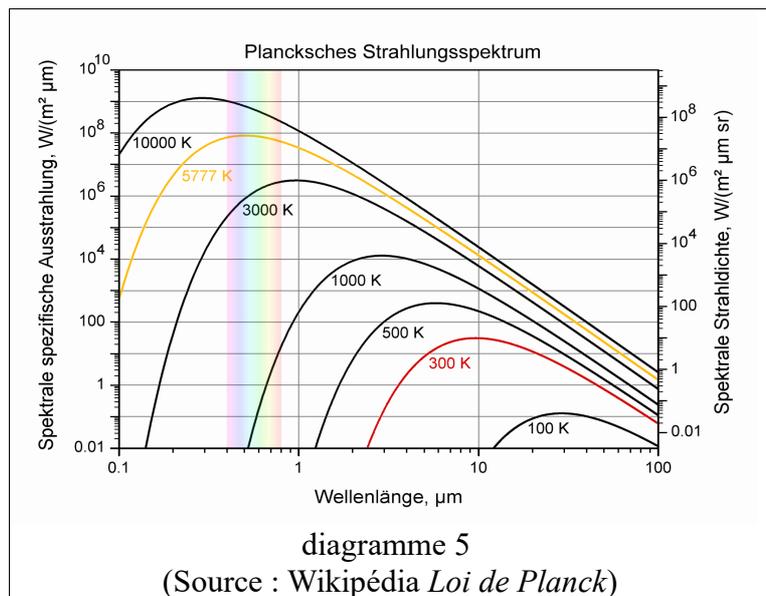
La représentation de cette loi en fonction de la longueur d'onde et de la température fait l'objet du diagramme 5.

en abscisse : la longueur d'onde

en ordonnée : l'énergie transmise par unité de temps, par unité de surface, et par unité de longueur d'onde

La forme de ces courbes est la même que celle de la courbe en trait plein (E) présentée dans le graphique 7.

Non monotones, elles présentent un maximum.



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 est cependant, à l'échelle élémentaire, extrêmement 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*. Sans doute avait-il 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 **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.

La loi du rayonnement s'interprète comme la composition de deux lois.

3.3.2 – La propagation des changements

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

Or, le nombre de grains dont est directement entouré chaque grain d'espace, qui sera noté g° , 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 passera si une modification de l'amplitude du changement intervient dans un grain (source).

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

- après une unité de temps, l'amplitude baisse dans ce grain et augmente dans les g° 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° 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 circonférence, 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) – c'est pourquoi on ne parlera 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 interprète comme l'existence d'une **particule**.

Dans ces conditions, 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 la raison pour laquelle 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, 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).

Les problèmes posés par la *rencontre* entre deux ondes ne seront pas abordés ici.

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 non plus 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'évolution des amplitudes

La question qui se pose, arrivés là, est la façon dont baisse l'amplitude des ondes quand augmente la période, et donc la longueur d'onde.

Cette baisse répond à **deux lois** (cf. § 3.3.1), la première décroissante en fonction de la période, la seconde croissante, dont la composition reproduit la loi du rayonnement avec une précision compatible avec les mesures.

Notons

p : la période

$g(p)$: le nombre de grains dans une onde : $g(p) = (g^\circ - 1) \times p + 1$

A° : l'amplitude de la variation du changement interne dans le grain source

$A(p)$: l'amplitude de la variation du changement interne dans les grains d'une onde

$E(p)$: l'énergie échangée entre un grain d'une onde et un grain de l'onde suivante

α et β étant les deux constantes de la loi de Planck (cf. § 3.2)

Première loi

Elle détermine une amplitude maximum des ondes (**Amax**) pour chaque période, et l'échange d'énergie (**Emax**) qui lui correspondrait.

$$A_{\max}(p) = \frac{1+q}{\Sigma g+q} A^\circ$$

$$E_{\max}(p) = -\frac{\delta A_{\max}}{\delta p} \frac{g}{p^2} \frac{Q}{\alpha \beta}$$

Ce sont deux fonctions décroissantes de la période.

Il apparaît donc deux paramètres (q , Q) variables en fonction de la température.

Et $\alpha \beta = 2h^2 c^3 n^6 / k$ (cf. § 3.2)

Seconde loi

Aux termes de cette loi, la réduction de l'amplitude est ralentie, et le transfert d'énergie s'en trouve donc réduit – légèrement pour les périodes longues, énormément pour les périodes courtes (voir la courbe courbe $\log(\Phi)$ dans le graphique 7).

La fonction $\Phi(p)$ exprime le facteur de réduction du transfert d'énergie.

C'est la dérivée d'un facteur de réduction des amplitudes dont la fonction n'est pas présentée.

$$\Phi(p) = e^{-e^{i \times \ln(p) + j}} \quad \text{fonction croissante de la période}$$

$$E = E_{\max} \times \Phi$$

Il apparaît donc deux paramètres supplémentaires (i, j) variables eux aussi en fonction de la température.

3.4 – Une interprétation nouvelle de la loi de Planck

On retrouve ainsi, à moins de 3% près, la loi du rayonnement de Planck.

La loi de Planck, on le sait, est vérifiée par les mesures avec une incertitude de $\pm 3\%$.

Cette correspondance se vérifie

- sur une gamme de températures telle que la période pour laquelle l'échange est le plus intense varie selon un facteur supérieur à 300,
- à partir d'une valeur minimum de la période qui dépend de la température A° de la source.

Pour la température très élevée adoptée dans les graphiques qui suivent, le rapport entre le transfert maximum et celui correspondant à la période la plus petite du domaine de validité (l'intervalle de p dans lequel l'écart entre E et la valeur résultant de la loi de Planck est inférieur à 3%) est de 10^{22} .

Cette interprétation de la loi du rayonnement,

dans laquelle l'amplitude A° de la source est proportionnelle à la température en $^\circ\text{K}$

et l'amplitude des ondes diminue selon la composition de deux fonctions de la période monotones, la première décroissante et la seconde croissante,

ne fait pas intervenir de considérations statistiques.

Ces résultats sont présentés dans le graphique 7.

En abscisse :

la période p (l'inverse de la fréquence), égale à la longueur d'onde si la vitesse de transfert est égale à 1.

En ordonnée :

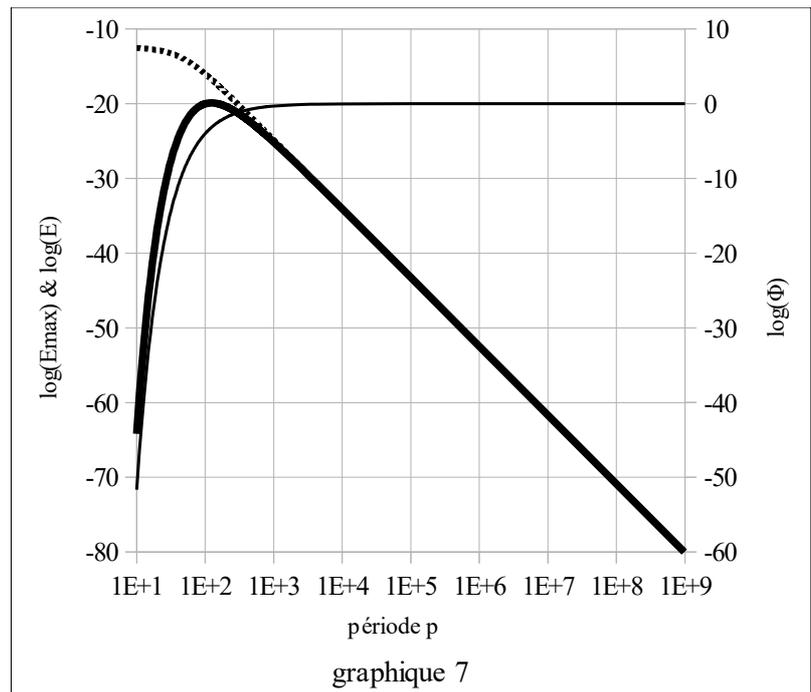
en trait plein
 $\log(E)$

en pointillés
 $\log(E_{max})$

fonction monotone décroissante

en trait fin (échelle de droite)
 $\log(\Phi)$

fonction monotone croissante



La variation, en fonction de la période, de l'amplitude des ondes est représentée ci-dessous (graphique 8), de $p=1$ à $p=400$.

En abscisse :

la période p

En ordonnée :

◦ Baisse de l'amplitude :

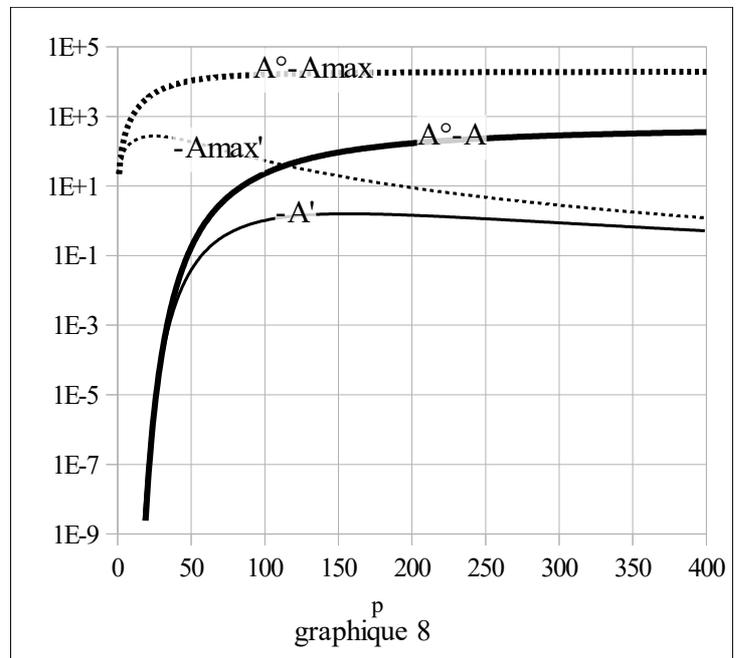
en traits épais
 $A^\circ - A$

en traits épais pointillés
 $A^\circ - A_{max}$ (amplitude en l'absence de loi de réduction)

◦ Dérivée, par rapport à la période, de la baisse de l'amplitude :

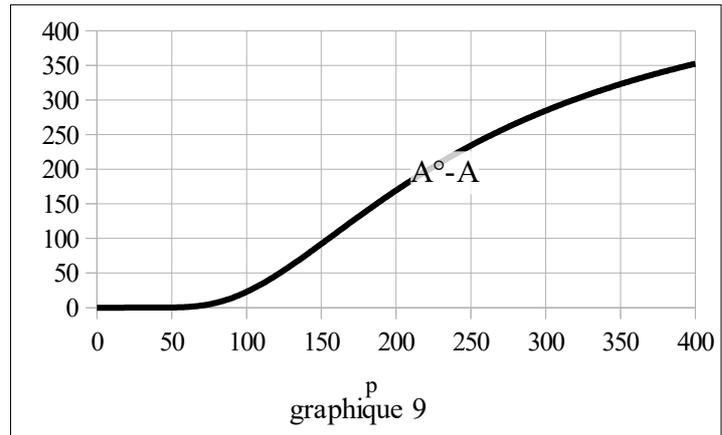
en traits fins
 $-A'$

en traits fins pointillés
 $-A_{max}'$ en l'absence de loi de réduction



À la température très élevée adoptée pour le calcul,

- -A' présente un maximum pour $p=157$, point d'inflexion de la courbe $A^\circ - A$
- et -Amax' pour $p=25$,
- l'échange maximum survenant pour $p=124$.



3.5 – Le spectre du rayonnement cosmique

Observons maintenant les **écarts** entre les valeurs du transfert d'énergie

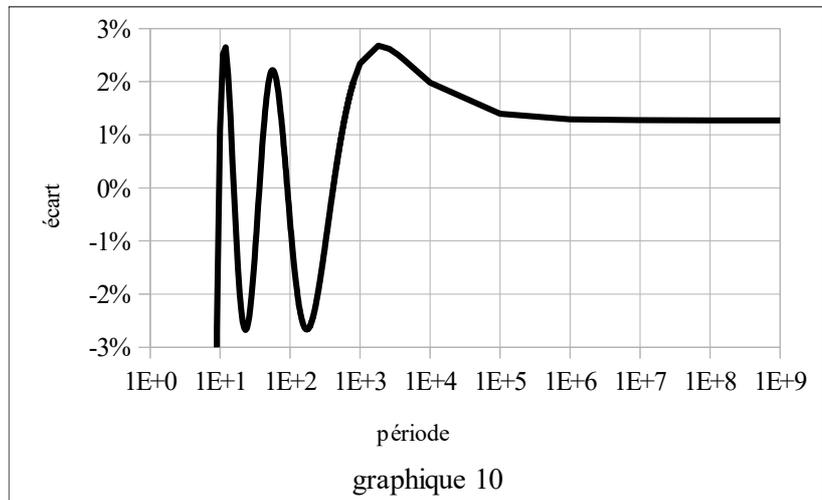
- selon la loi de Planck
- et selon l'application des deux lois identifiées au § 3.3.3,
 - la première portant sur l'échange maximum théorique,
 - et la seconde portant sur l'effet du ralentissement de la réduction des amplitudes,
 la composition de ces deux lois conduisant à la fonction d'échange $E(p)$.

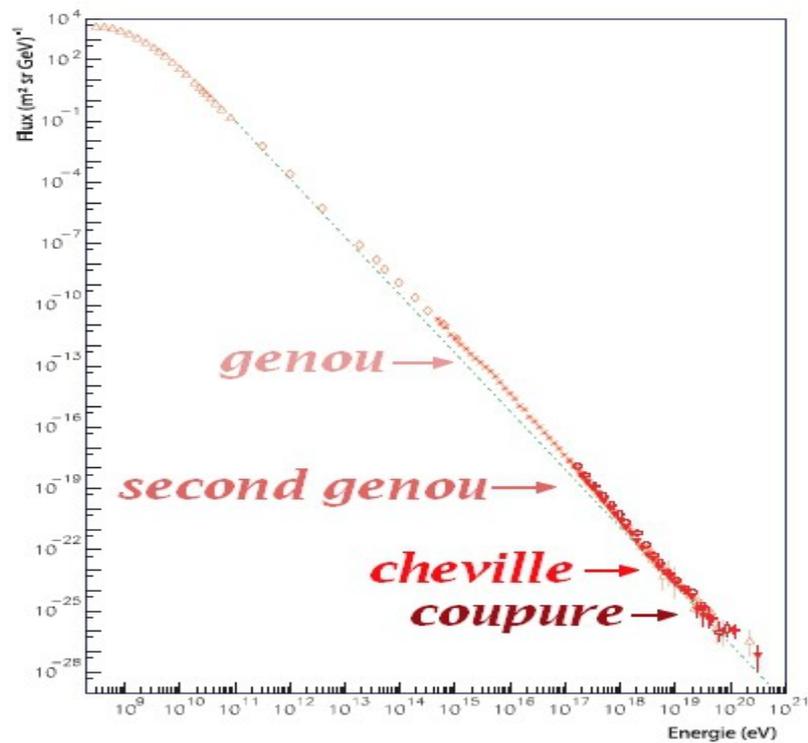
Ces écarts sont présentés dans le graphique 10, en fonction de la période, pour la même température très élevée de la source que dans les graphiques 7, 8 et 9.

La courbe répond à des valeurs des paramètres permettant une compatibilité avec la loi de Planck à partir d'une valeur de la période égale à 9.

Elle présente **cinq extremums**.

Une telle configuration est de nature à expliquer les irrégularités (*genoux* et *cheville*) observées dans le spectre du rayonnement cosmique (voir le diagramme 6 à la page suivante) – donc pour des températures très élevées et des périodes très courtes.





Spectre en énergie des rayons cosmiques.

diagramme 6

Source : <https://sites.google.com/site/rayonscosmiques>

3.6 – Éléments de calcul

En unités absolues, avec

$$\alpha = 10^4$$

$$\beta = 10^8$$

$$A^\circ = 161\,544 \text{ (~ } 10\,000^\circ \text{ K)}$$

$$g^\circ = 6 \text{ (le calcul est peu sensible à la valeur de } g^\circ \text{)}$$

les valeurs des paramètres auxquels répondent les courbes des graphiques 7, 8, 9 et 10 sont :

$$q = 5\,195$$

$$Q = 4\,872,62$$

$$i = -1,110583$$

$$j = 6,50175$$

En unités MKSA (S.I.) :

$$\alpha = 1,19 \times 10^{-16}$$

$$\beta = 1,44 \times 10^{-2}$$

Le tableau ci-dessous indique, pour quatre températures,

- . la valeur approchée de chacun des quatre paramètres,
- . le nombre d'extremums de l'écart avec la loi de Planck (cf. graphique 10),
- . les longueurs d'onde des trois premiers de ces extremums.

°K	q	Q	i	j	nb	λ_1 m	λ_2 m	λ_3 m
300	$2,039 \times 10^{51}$	$2,330 \times 10^{46}$	-1,1007998	62,12	4	$2,94 \times 10^{-6}$	$3,87 \times 10^{-6}$	$1,16 \times 10^{-5}$
1 000	$1,712 \times 10^{50}$	$2,842 \times 10^{47}$	-1,1024680	65,9	4	$5,41 \times 10^{-7}$	$1,27 \times 10^{-6}$	$3,61 \times 10^{-6}$
10 000	$1,889 \times 10^{48}$	$2,434 \times 10^{49}$	-1,1106716	63,8	5	$2,63 \times 10^{-8}$	$5,21 \times 10^{-8}$	$1,44 \times 10^{-7}$
50 000	$9,570 \times 10^{46}$	$5,044 \times 10^{50}$	-1,1184693	62,41	5	$4,79 \times 10^{-9}$	$1,26 \times 10^{-8}$	$3,52 \times 10^{-8}$

q obéit à une fonction puissance décroissante de la température,

Q obéit à une fonction puissance croissante de la température,

i obéit à une fonction linéaire décroissante du logarithme de la température (augmentée de 1425°K),

j obéit à une fonction linéaire décroissante du logarithme de la température.

N, le diamètre de l'espace en ue (c'est-à-dire en nombre de grains), serait de l'ordre de $10^{66,46}$, soit **$2,88 \times 10^{66}$ ue**.

L'évaluation de N est permise par le fait que sa valeur conditionne celle de la période, et donc celle de g, le nombre de grains dans une onde.

Le nombre de grains d'espace dont est immédiatement entouré chaque grain serait égal à quatre : **$g^\circ = 4$** .

L'extrapolation des longueurs d'onde des trois premiers extremums donne à penser que la température de la source des rayons cosmiques extragalactiques est d'un ordre de grandeur de 10^{16} à 10^{17} °K.

Et les rayons cosmiques seraient bien, alors, des **rayonnements électromagnétiques**.

La mise en œuvre de moyens de calcul plus puissants que ceux utilisés pour établir ces résultats, comme ceux du § 2.7, permettra de les préciser.

3.7 – Conclusions sur l'échange d'énergie par rayonnement

Avant d'être celle d'un objet matériel, la température est celle de l'espace – le substrat cosmologique (cf. § 3.1).

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).

Cet échange est régi par deux lois premières, l'une croissante en fonction de la période (ou de la longueur d'onde) et l'autre décroissante (cf. § 3.3.3).

Ces lois ne font pas appel aux probabilités.

Pour autant, les probabilités interviennent bien dans certains phénomènes, mais à des échelles plus grandes.

L'échange répond à loi de Planck pour des périodes suffisamment élevées, mais présente des écarts avec cette loi pour des périodes très courtes, telles que celles des rayons cosmiques, et des températures très élevées (cf. § 3.5 & 3.6).

Les rayons cosmiques seraient bien des rayonnements électromagnétiques.

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, la *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 comportent un caractère relativement nouveau :

L'espace est une **substance**. Il est le **substrat** de toute réalité sensible.
Il se décrit par l'étendue, le temps, et l'état de ses grains.
cf. § 1.1

L'**étendue** et la **durée** sont l'une et l'autre des grandeurs discrètes.
Il existe donc des grains d'étendue et des grains de temps – et des **grains d'espace**.
cf. § 1.1.1 & 1.1.3

L'**état des grains d'espace** est variable dans l'étendue et dans le temps.
Il se mesure dans des dimensions qui ne sont pas celles de l'étendue.
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.
- La tendance au **repos** : la vitesse de transfert des caractéristiques de l'état entre deux grains voisins tend à être la plus basse possible.

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 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** 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

La relation $E=mc^2$ pourrait alors s'interpréter comme une relation entre l'énergie 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** (Newton) et du **rayonnement** (Planck).

Les hypothèses exposées ci-dessus trouvent ainsi des éléments de vérification et de validation.
cf. § 2.8 & 3.7

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 déformation de la **géométrie de l'espace** – qu'on appelle aussi *espace-temps* – tient aux variations de la vitesse de transfert.

cf. § 2.5.2 & 2.6.1

La **densité** des objets matériels s'analyse comme une déformation de la trajectoire du transfert.

cf. § 2.6

La forme des courbes de vitesse orbitale dans une galaxie centrée sur un **trou noir** 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

La loi du rayonnement résulte de la composition de **deux lois monotones**. Elle s'explique sans qu'il soit fait référence aux probabilités.

cf. § 3.3

La réalité des photons est un regroupement d'états de grains. De là procèdent les *quanta d'énergie*.

Les *genoux* et la *cheville* observés dans le spectre du **rayonnement cosmique** extragalactique s'expliquent par une telle loi.

cf. § 3.5 & 3.6

On pourra remarquer des différences 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 précise l'origine et la signification de la *déformation de la géométrie de l'espace-temps*, et celles de la gravitation – l'analyse du rayonnement met en cause une interprétation (faisant appel aux probabilités) de la loi de Planck.
- . L'interprétation de la loi du rayonnement est une alternative à une interprétation existante, alors qu'aucune interprétation satisfaisante n'était proposée pour la gravitation.

*

Ce dont il a été traité dans ces pages trouve place *en amont* de la physique et de ses théories.

Rien ne donne à penser que le *renversement de perspective* opéré (cf. § 2.5.5) 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, à les justifier et 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 sont 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.

Aux échelles humaine et cosmique 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 Newton et de Planck 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 aux trous noirs et aux rayons cosmiques n'y suffisant pas) que par l'examen de leurs conséquences indirectes.

Quelques pistes pour prolonger ces travaux

- 1▶ Quelle forme prendrait la loi de gravitation pour des **objets matériels très petits et de densité très élevée** ? (cf. § 2.8)
- 2▶ Le mécanisme par lequel l'agrégation des *plus petits objets matériels* induit une **déformation des trajectoires de transfert** (cf. § 2.6.1) devrait être approfondi.
- 3▶ 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.
- 4▶ Il a été dit que la vitesse de transfert dépend de la présence d'objets matériels (cf. § 2). Mais elle dépend aussi de la **température**, et elle est 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 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...
- 5▶ Il a été dit que *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, dans la *nature* de la température, 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 transfert* tient à la vitesse de transfert, qui diminue en présence d'objets matériels, et augmente avec la température (cf. § 2.2). Comme la supposée *énergie noire*, elle *contrarie* la tendance au repos, et donc la gravitation.

Ces travaux, motivés et animés par le besoin de **comprendre**, relèvent de la *recherche fondamentale* : les conséquences et les applications qui pourraient en résulter ne sont donc pas développées ici.

Il serait difficile d'en tenter l'énumération – qu'on pense seulement, par exemple, à la fusion nucléaire.