

**En attendant le boson de Higgs,
ou
une hypothèse pour se passer de la matière noire**



2^{ème} PARTIE - LES 16 ÉTAPES DU CYCLE DE FORMATION DE LA MATIÈRE

(de la 1ère à la 8ème étape)

[\(lien vers les étapes 9 à 16\)](#)

(lien vers l'appendice « [Comment naît une force](#) »)

[\(lien de retour vers le plan du texte complet de présentation de l'hypothèse\)](#)

[\(lien vers la 1ère partie\)](#)

[\(lien vers la 3ème partie\)](#)

2-0- préambule:

On vient donc de proposer une méthode qui doit nous aider à deviner comment la matière a pu commencer à exister.

Cette méthode présuppose que la matière ne résulterait pas d'un moment exceptionnel et extraordinaire dans l'évolution de l'univers, tel qu'un big-bang inouï en deçà duquel « les lois de la physique actuelle » n'auraient pas de sens, mais que, au contraire, elle résulterait d'un processus d'évolution tout à fait similaire à la façon dont n'importe quel phénomène physique évolue, aujourd'hui encore, lorsqu'il se complexifie.

On a suggéré que l'évolution habituelle d'un phénomène physique qui se complexifie forme un cycle qui peut se décomposer en quatre stades successifs, quatre stades que l'on a appelés « des points séparés », « du classement », « de l'organisation », puis enfin, « du nœud ».

À titre d'exemple, on a rapidement montré ce que signifiaient ces quatre stades dans le cas d'un corps solide qui fond pour devenir liquide, lequel prend ensuite la forme de tourbillons de plus en plus énergiques et, partant, de plus en plus complexes.

Enfin, on a suggéré que la matière résultait d'une évolution dont le point de départ aurait été un état de l'univers où celui-ci était rempli de couples d'ondes stationnaires emboîtées les unes dans les autres, butant les unes contre les autres, et pulsant de façon synchronisée. Ne disposant pas de mots pour dire de quoi ces ondes étaient faites et dans quoi elles pulsaient, on les a tout simplement appelées des « ondes d'espace », et on a suggéré que c'étaient les plis déformant la surface de ces ondes qui s'étaient organisés de façon de plus en plus complexe et qui, ce faisant, avaient fini par devenir ce que nous appelons la matière.

Nous allons maintenant envisager en détail cette évolution des plis des ondes d'espace et leur transformation progressive en particules de matière. Pour cela, bien entendu, nous allons essayer de retrouver les quatre stades que l'on a cités précédemment, mais nous allons subdiviser davantage notre progression puisque chacun de ces quatre stades peut être considéré, lui aussi, comme un cycle complet qui se décompose lui-même en quatre étapes successives.

Quatre fois quatre, cela fera donc seize étapes au total.

Pour servir de modèle de référence, mais aussi pour vérifier que nous avons bien affaire à une évolution « banale », il sera rappelé, en parallèle, l'exemple du solide qui se transforme en fluide tourbillonnant de façon de plus en plus énergique et de plus en plus complexe.

On pourra se reporter à l'explication détaillée des seize étapes de cet exemple de référence par le lien menant au texte « comment se complexifient les phénomènes physiques » à l'adresse http://www.quatuor.org/art_theorie_11.htm, mais cela ne sera pas nécessaire, car ces étapes seront reprises ici pas-à-pas afin de mieux éclairer ce qui se passe pour l'évolution des déformations des ondes d'espace.

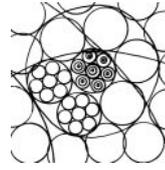
2-1- la 1ère étape du cycle de formation de la matière : **l'espace en équilibre instable**

Dans « [une première approche de l'hypothèse](#) » (chapitre 1-3), on a supposé que, au départ de ce cycle, l'espace est structuré par une pulsation d'ondes stationnaires synchronisées sur une infinité d'échelles.

Plus précisément, on a supposé que chaque onde était jumelée avec une onde jumelle qui pulsait en opposition de phase avec elle, les deux se croisant sans fin en une même courte pulsation d'allers et retours au même emplacement, chaque couple d'ondes jumelles étant emboîté sur un couple similaire un cran plus petit que lui, tout en étant lui-même encastré à l'intérieur d'un autre couple similaire un cran plus grand que lui. En pratique, toutefois, ce n'est qu'à la 12ème étape de l'évolution des plis des ondes que leur organisation en couples aura son importance, en l'occurrence pour expliquer la notion de spin des particules. Jusque-là, on pourra négliger les conséquences de cette pulsation jumelée accompagnant chacune des ondes, et on pourra n'envisager que l'emboîtement des ondes les unes dans les autres à l'image de poupées russes sur toutes les échelles de l'univers.

Au départ de la réflexion, donc, nous supposons que l'espace est fondamentalement structuré par un système d'ondes hiérarchisées pulsant sur place.

Schéma de la hiérarchie des ondes stationnaires concentriques, rebondissant sans fin les unes sur les autres, et que l'on suppose remplir toutes les échelles de l'univers au début du cycle qui a vu la naissance de la matière.



Pour garder la lisibilité de l'image, sauf dans le centre on n'a pas représenté toutes les ondes emboîtées les unes dans les autres, seulement celles qui correspondent à la hiérarchie d'échelles

Il est rappelé que cet état ne serait pas au début même de l'univers, car ce n'est qu'au bout d'une très longue gestation des ondes d'espace que leur synchronisation serait parvenue à se trouver. Pour établir un lien avec la théorie standard actuelle, on peut proposer que le moment où cette synchronisation s'est trouvée correspondrait, du moins approximativement, à celui du Big-Bang.

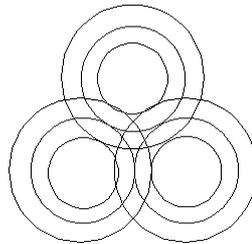
L'état de parfaite synchronisation des rebonds réciproques d'une infinité d'ondes d'espace n'est pourtant pas le véritable point de départ du cycle que l'on va considérer. Il correspond à l'état juste avant, celui qui termine le cycle précédent de la complexification de l'univers et par lequel, dans de grands volumes d'univers, leur parfaite synchronisation rend les ondes d'espace parfaitement stables et stationnaires. Aux grandes échelles de l'univers, toutefois, cette synchronisation ne parvient pas à se trouver, et c'est cette circonstance-là qui correspond au début du nouveau cycle, celui qui verra la formation de la matière.

Avant d'envisager ces grandes échelles, revenons un moment sur ce qui se passe aux plus petites, celles, donc, où la synchronisation a su se trouver. À ces échelles, la pulsation des ondes est indestructible, puisque, du fait du nombre quasi-infini des échelles simultanées de leur synchronisation, le moindre soupçon d'écart sur l'une quelconque de ces échelles est immédiatement corrigé une quasi-infinité de fois par la réaction de toutes les autres échelles qui, elles, ne sont pas affectées par ce dérèglement. Il est immédiatement corrigé car, de la même façon, exactement, que la division de tout nombre par l'infini vaut zéro, la division du moindre écart de synchronisation d'une onde par la quasi-infinité des ondes qui tendent à le corriger à l'occasion d'un rebond est pratiquement réduite à néant.

Aux grandes échelles, par contre, celles de la périphérie des grandes bulles d'espace toujours vides aujourd'hui, aux échelles de ces périphéries qui sont maintenant occupées par les murs, les feuillettes et les filaments où se rassemblent les amas de galaxies, la perfection de cette synchronisation ne parvient pas à se trouver. Certes, dans ces lieux périphériques, les ondes d'espace rebondissent aussi les unes sur les autres de façon synchronisée, mais, faute d'être immédiatement sanctionnés au moindre écart par un rétablissement venu d'une infinité d'échelles simultanées, de petits déséquilibres apparaissent ici et là, lesquels peuvent perdurer quelque temps avant d'être toutefois résorbés lorsqu'ils s'écartent un peu trop de la cadence commune. Bref, à cette échelle-là, du rebond mutuel des ondes d'espace on peut dire aussi qu'il est en équilibre, mais c'est en équilibre instable, précaire, mal assuré, tardant toujours quelque peu à se rétablir lorsqu'un écart réussit à se creuser ici ou là.

Dans les périphéries des grands vides de l'univers, donc, il faut oublier le caractère parfaitement autosimilaire sur toutes les échelles du schéma des ondes que l'on a présenté plus haut, et, puisqu'en ces lieux la régularité du rebond des ondes d'espace n'est plus autant soutenue par le rebond d'une infinité d'ondes de toutes tailles, l'équilibre de chaque onde s'y trouve davantage conditionné par le comportement des ondes de son voisinage immédiat. Au schéma précédent, il convient alors de substituer un autre schéma qui ne fait apparaître que le rebond des ondes sur leurs proches voisines.

*Schéma illustrant le point de départ
du cycle de formation de la matière :
les ondes d'espace rebondissent
les unes sur les autres,
ce qui leur permet de
rester stationnaires, c'est-à-dire
de pulser sur place*



Nota : dans ce schéma, il faut considérer que les intervalles blancs situés entre deux traits correspondent à l'écart qui existe entre les deux positions extrêmes d'un même couple d'ondes jumelles. C'est à l'intérieur de cet écart que les deux ondes pulsent en opposition de phase, se croisant vers le milieu de leur trajet puis rebondissant sur leurs voisines lorsqu'elles atteignent le bout de leur course

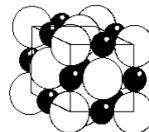
Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Seulement caractérisée par l'appui des ondes les unes sur les autres, cette situation est très semblable à celle qui prévalait au départ du cycle qui nous a déjà servi de modèle et qui va du solide jusqu'au fluide tourbillonnant.

Au départ de ce cycle, en effet, on dispose d'un réseau cristallin solide, c'est-à-dire d'un réseau d'atomes à l'état d'anions et de cations qui se tassent les uns contre les autres par l'effet de la force électromagnétique occasionnée par leurs charges électriques opposées. De cet état de butée réciproque des atomes, nous savons qu'il correspond, lui aussi, à un équilibre précaire, puisque, par le simple fait d'une augmentation de température, ces atomes peuvent se mettre à s'agiter tellement les uns par rapport aux autres qu'ils vont finir par se dissocier, par faire fondre le solide et par le transformer en liquide.

*Au départ du cycle de référence :
un réseau d'atomes se tassant
les uns contre les autres*

[croquis établi d'après un ouvrage scolaire Nathan]



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Pour bien différencier les 16 étapes du cycle que nous allons analyser, chacune d'elle sera caractérisée par le comportement qui résume son fonctionnement et qui marque son originalité. Chaque fois, on verra que ce comportement est de nature paradoxale, et c'est donc la mise ensemble de deux termes contradictoires entre eux qui servira à le résumer.

Dans le cas de cette première étape, l'équilibre réciproque réel mais instable qui la caractérise peut être ramassé dans l'expression du « centre à la périphérie ». Cette expression est pour souligner comment, dans une telle situation, le centre d'équilibre de chaque atome (dans un cas) ou le centre d'équilibre de chaque onde (dans l'autre cas) ne réside pas dans ce qui se passe en son véritable centre, mais qu'il est comme réparti sur l'ensemble de sa périphérie, puisque chaque atome ne tient en équilibre et à sa place que par l'équivalence de toutes les pressions qu'il reçoit sur tous les côtés, tout comme chaque onde ne tient en équilibre stationnaire que par l'équivalence de tous les rebonds qu'elle fait de tous les côtés sur les ondes voisines, et donc sur toute sa périphérie.

On peut aussi envisager cette expression comme résultant du fait que, dans une telle situation où des réalités physiques identiques sont empilées les unes contre les autres et dans une trame qui se répète de façon régulière dans toutes les directions de l'espace, de chacune on peut aussi bien dire qu'elle est l'un des centres de cette répétition, que dire qu'elle est à la périphérie de toutes les autres réalités identiques qui l'entourent de tous côtés.

2-2- la 2ème étape du cycle de formation de la matière : des plis déforment les ondes d'espace

Aux plus grandes échelles de l'univers, en équilibre instable et mal synchronisées entre elles, inévitablement les ondes d'espace vont quelque peu se déformer. Elles ne vont pas, pour autant, s'effondrer, mais des déformations vont affecter leur surface, des plis vont rider leur sphéricité.

Dans les grands volumes vides de l'univers où toutes les échelles des ondes pulsent en bonne coordination, on a vu que, si de tels froissements venaient à poindre, avant même qu'ils ne se forment leurs amorces seraient aussitôt effacées, annulées par la conjonction d'une infinité de pulsations synchrones. Mais ici, nous considérons précisément les parties de l'univers où la naissance d'une déformation qui affecte une onde ne peut pas être résorbée de cette façon et où, par conséquent, un pli peut prendre forme et se stabiliser.

Deux aspects de la situation vont alors se confronter :

- d'une part, le rebond régulier de tous côtés et sur un nombre suffisant d'échelles va permettre à l'onde déformée de retrouver, quasi instantanément, sa parfaite forme sphérique ;
- d'autre part, le pli que l'onde a laissé se creuser représente maintenant une irrégularité trop grande pour pouvoir être effacé.

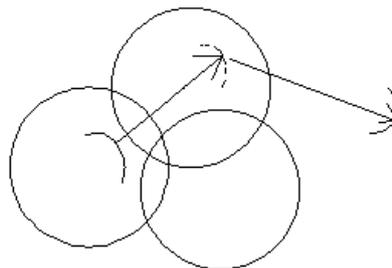
La solution à ce conflit sera simple et immédiate :

- puisque l'onde est forcée par ses voisines à reprendre sa parfaite sphéricité, elle la reprend aussitôt et se débarrasse de son pli ;
- et, puisque le pli ne peut plus être défait, il affecte maintenant l'une des ondes sur laquelle la première a rebondi, celle dont l'état d'équilibre antérieur était le plus instable et la rendait la plus susceptible de recevoir le fardeau de cette déformation obstinée.

La suite, on la devine facilement : à son tour, la parfaite sphéricité de la nouvelle onde déformée sera immédiatement rétablie à l'occasion de son rebond sur ses voisines, et son pli, pas plus résorbable maintenant que précédemment, sera expulsé vers une onde voisine. À son tour, bien sûr, cette onde voisine s'empressera de se débarrasser de ce pli en l'expulsant vers l'une de ses propres voisines, et ainsi de suite, le tout à la vitesse de la lumière, puisque l'on suppose que c'est à cette vitesse-là que pulsent les ondes. Mais pas nécessairement en ligne droite, plutôt de-ci et de-là, selon l'état initial des ondes sur lesquelles le défaut va parvenir puis transiter.

*2ème étape du cycle de formation
de la matière :*

*le pli qui déforme une onde d'espace
est nécessairement expulsé vers une
autre, qui l'expulse à son tour vers une
autre, et ainsi de suite*



On peut imaginer cette situation par analogie à un pli que fait une étoffe si celle-ci n'est pas plane par construction de sa trame ou par les coutures qui lui ont été imposées. Si on cherche à la repasser en la mettant sur une surface plane, ce pli ne pourra jamais être supprimé : si l'on repasse l'étoffe dans un sens, le pli se fera par là, et si on repasse l'étoffe dans l'autre sens, le pli se fera dans cet autre sens.



le pli qui forme une bosse au talon de cette chaussette ne peut pas être résorbé par une surface plane, quel que soit le sens dans lequel on le replie sur cette surface

Dans le cas de l'étoffe, le pli provient du fait que la trame du tissu a une forme 3 D qui ne peut être aplatie sur une surface 2 D. Par analogie, dans le cas du pli des ondes d'espace, on peut considérer qu'il s'agit d'une forme en 4 D qui ne peut être rabattue dans l'espace 3 D, et qui, pour laisser l'espace 3 D régulier derrière elle, fuit sans cesse d'une onde à l'autre en suivant la dimension du temps, dimension d'où elle ne peut s'échapper et qui l'oblige donc à perdurer.

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Voilà, c'est tout pour cette seconde étape qui voit donc apparaître un fait nouveau, celui de la persistance du moindre pli produit sur les ondes d'espace du fait de l'imperfection de leur synchronisation, et qui voit aussi ce défaut commencer à voyager sans fin d'une onde à l'autre. Chaque pli qui affecte une onde est donc retenu à l'existence, puisqu'il ne peut jamais se résorber, s'effacer, tandis que, simultanément, il est entraîné toujours plus loin, car nulle part il ne peut rester. Toujours entraîné plus loin, et toujours retenu à l'existence : « entraîné et retenu » sera, pour cette raison, le couple d'expressions qui pourra résumer le paradoxe de la dynamique spécifique de cette seconde étape. Si l'on parle, ici, de paradoxe, c'est parce qu'il ne s'agit pas seulement de deux aspects qui sont complémentaires l'un de l'autre, mais parce qu'il s'agit de deux aspects qui sont à la fois contraires et interdépendants : c'est parce qu'une déformation ne peut pas être résorbée qu'elle est contrainte de voyager sans fin, et c'est parce qu'elle fuit à la vitesse de la lumière qu'elle ne peut jamais être « coincée » quelque part où les jeux combinés des pulsations des diverses échelles d'ondes pourraient finir par l'effacer. C'est donc parce qu'elle est entraînée sans fin à voyager que cette déformation est retenue à l'existence, et c'est parce qu'elle ne peut pas être résorbée et que les ondes ne peuvent pas la faire disparaître qu'elles sont amenées à l'entraîner toujours plus loin.

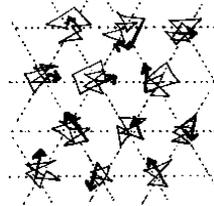
Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

On peut comparer ce qui se passe à cette seconde étape avec ce qui se passe à la même étape dans l'exemple qui nous sert de référence.

Dans le cas du passage du solide au liquide, la seconde étape correspond au moment où les atomes commencent à s'agiter tellement qu'ils menacent de quitter leur place dans le réseau atomique que forme le solide, bien qu'ils y restent toutefois encore très fermement retenus. En quelque sorte, ils s'agitent frénétiquement sur place. Ils sont entraînés à « presque » partir à cause de l'augmentation de la température qui les fait s'agiter fortement, et ils sont simultanément retenus à leur place du fait que la température est encore insuffisante pour leur permettre de s'en échapper.

2^{ème} étape du cycle de référence :

*à forte température,
les atomes s'agitent maintenant
frénétiquement, mais sans
toutefois pouvoir quitter leur
position dans le réseau*



Dans les deux cas, celui du cycle de formation de la matière et celui du cycle qui sert de référence, « entraîné » signifie la même chose : entraîné à voyager, entraîné à partir plus loin.

« Retenu », par contre, a deux significations différentes, des significations qui correspondent à l'originalité des deux situations, à la maturité différente de l'évolution de l'univers qui correspond à chacune de ces situations.

Dans le cas des plis qui affectent les ondes d'espace, l'expression veut dire « retenu à l'existence », car c'est cette particularité des plis de ne plus pouvoir se défaire qui permettra la construction de toutes les évolutions futures.

Dans le cas des atomes qui s'agitent dans un corps solide, elle veut dire « retenu au même endroit », car, à la différence de ce qui se passe pour les ondes d'espace irréversiblement stationnaires, cette particularité ne sera plus jamais vraie lorsque la température augmentera encore, et c'est ce qui en fait, a contrario, la caractéristique spécifique et remarquable de cette étape.

2-3- la 3^{ème} étape du cycle de formation de la matière :
occasionnellement, les plis qui déforment les ondes d'espace s'accrochent l'un à l'autre:

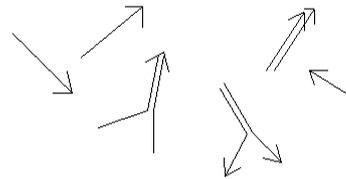
Pour imaginer comment l'évolution des déformations des ondes d'espace a pu finalement s'organiser en particules de matière douées des propriétés que nous connaissons à la matière, plusieurs scénarios peuvent être envisagés. Il n'est pas sûr que celui qui va être proposé soit le bon, mais c'est celui qui, du moins apparemment, semble le plus en phase avec l'évolution du cycle qui sert de référence.

Ce scénario suppose que les propriétés des plis qui affectent les ondes sont telles que, dans un premier temps, lorsque le hasard fait se rencontrer plusieurs plis, ceux-ci forment un pli commun plus large et plus solide, de telle sorte qu'ils vont alors avoir tendance à rester ensemble après leur rencontre, même si leurs trajectoires initiales n'étaient pas identiques. Ce scénario suppose également que ces associations de plis ne forment pas encore des déformations pérennes, les ondes restant capables de les rescinder en des plis plus petits, du moins si un tel regroupement vient à prendre trop d'importance ou s'il pénètre sur des ondes d'espace en suivant une trajectoire dont l'orientation lui est par trop défavorable.

Ainsi va s'instaurer la situation que l'on suppose caractéristique de la 3^{ème} étape : des plis froissant les ondes d'espace vont s'associer quelque temps, au hasard de leur rencontre, alors former ensemble un pli plus important, puis ce pli devra se scinder quelque temps plus tard, au hasard, cette fois, de sa rencontre avec une onde spécialement rigide ou trop mal placée pour accepter un pli de cette taille. Tantôt ensemble et tantôt seuls, les plis vont donc désormais alterner leur façon de voyager, chacun suivant de façon autonome un trajet qui lui sera fondamentalement propre, et chacun étant simultanément dépendant du mouvement de l'ensemble de ses semblables puisque, en définitive, c'est le hasard de ses rencontres avec les autres qui décidera de ce que seront les particularités de son propre chemin.

3^{ème} étape du cycle de formation de la matière :

*au hasard de leurs rencontres, les plis
qui déforment les ondes d'espace
s'associent quelque temps à plusieurs,
puis chacun reprend son chemin solitaire lorsque
les ondes parviennent à les dissocier*



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Chaque pli réalise un déplacement autonome, et, simultanément, son trajet est dépendant de l'ensemble des déplacements des autres plis, de leurs positions à un moment donné et du trajet qu'ils suivent. Pour cette raison, on dira que cette 3^{ème} étape est caractérisée par un fonctionnement qui cumule les aspects contradictoires d'un mouvement d'ensemble et d'un mouvement autonome.

Il ne s'agit pas d'un « pur mouvement d'ensemble », car les plis ne forment pas, par exemple, des courants collectifs organisés et que l'on pourrait repérer, mais c'est, malgré tout, un mouvement d'ensemble puisque, bien que chaque pli suive un parcours autonome, l'évolution de ce parcours dépendra des rencontres qu'il fera, et puisque ses rencontres dépendront totalement du mouvement effectué précédemment par l'ensemble des autres plis.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans le cas du cycle de référence qui voit la transformation d'un solide en liquide, cette 3^{ème} étape correspond à l'amorce du point de fusion.

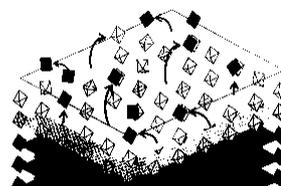
À ce stade, la température est devenue telle que les atomes peuvent quitter occasionnellement leur place, soit en s'accolant en « parasite » à des atomes voisins, donnant transitoirement naissance à ce que les scientifiques appellent des « ad-molécules », soit en profitant de « lacunes », c'est-à-dire de places vides qui ont précisément été libérées par des atomes qui sont maintenant associés à d'autres atomes sous forme d'ad-molécules.

Exactement comme dans le cas des plis des ondes d'espace, chaque atome suit un trajet complètement autonome, car il n'existe aucun courant de circulation collective des atomes. Simultanément, tout comme pour les plis des ondes, ce trajet est lui aussi totalement dépendant du mouvement que fait l'ensemble des autres, car c'est seulement le mouvement des autres qui décidera du moment où il pourra se déplacer vers une place voisine et de la direction vers laquelle il pourra alors se diriger.

3^{ème} étape du cycle de référence :

formation d'ad-molécules et de lacunes dans un cristal moléculaire à l'approche de la température de fusion. Certains atomes peuvent désormais quitter leur place, mais leur trajet, bien qu'autonome, est complètement dépendant des places qui vont ou non se libérer à leur voisinage, de telle sorte que leur déplacement est à la fois autonome et dépendant du mouvement de l'ensemble des autres atomes

[source de l'image : d'après un document Pour la Science]



2-4- la 4ème étape du cycle de formation de la matière : formation d'un réseau continu de déformations qui circulent sur les ondes d'espace

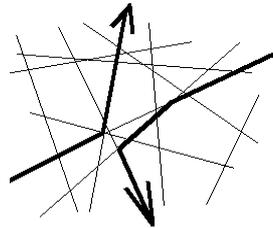
La quantité des déformations augmentant, on doit s'attendre à ce que les ondes d'espace finissent par ne plus parvenir à dissocier les groupes de plis qui les affectent. À défaut de pouvoir encore les dissocier, elles vont les arranger de la façon qui permettra au plus grand nombre possible de déformations de les traverser tout en minimisant l'effort qu'elles auront à faire pour retrouver leur forme stable après le passage de ces intruses.

Le moyen le plus économique, pour une onde d'espace, de faire face à un accroissement important de plis importuns, consiste tout simplement à les arranger en files indiennes. En effet, puisque le passage d'un pli sur une onde y génère un sillon, il suffit de faire se chevaucher les sillons de plusieurs plis à la queue leu leu pour supporter le passage de nombreux plis sans se déformer davantage qu'à l'occasion du passage d'un seul de ces plis. Par ce moyen, la déformation intrinsèque de l'onde n'augmente pas à l'occasion de ce défilé, seule augmente la durée de sa déformation.

On suppose donc que, à cette 4ème étape, deux, trois, puis des centaines, puis des milliards de plis se mettent alors en file les uns derrière les autres, générant des files continues de plissements qui s'entrecroisent d'une façon de plus en plus serrée et qui finiront par construire un véritable réseau de déformations ridant durablement les ondes d'espace. Durablement, puisque celles-ci sont désormais tout à fait incapables de s'en débarrasser, mais on supposera pourtant que ces réseaux ne sont pas stables, qu'ils se déforment, qu'ils se transforment et qu'ils se déplacent sans arrêt.

*4ème étape du cycle de formation
de la matière :*

*création d'un réseau continu
mais instable et en perpétuel
remodelage de plis qui circulent
en files indiennes sur les ondes
d'espace qui n'ont plus les moyens
de disloquer leurs regroupements*



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Pour les plis qui voyagent ainsi les uns derrière les autres, ce réseau continu constitue un réseau fermé, car c'est une pente de moindre énergie pour eux que de filer dans le sillon des précédents.

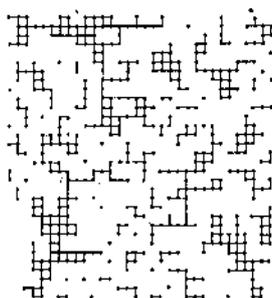
Réseau fermé, donc, mais, en même temps, réseau ouvert, puisque la route est toujours ouverte devant eux, et puisqu'ils peuvent même, occasionnellement, changer de trajectoire. En effet, puisqu'il s'agit d'un réseau, il existe des embranchements et des bifurcations que les plis peuvent emprunter pour sortir de la route qui leur semblait tracée, d'autant qu'ils peuvent profiter du constant remodelage du réseau pour s'ouvrir de nouveaux parcours que les plis précédents ne pouvaient pas emprunter.

Réseau fermé / réseau ouvert, trajet fermé / trajet ouvert, le paradoxe « fermé / ouvert » caractérise donc le comportement spécifique des déformations des ondes d'espace en cette 4ème étape.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans le cas du cycle qui nous sert de référence, cette 4ème étape est celle qui correspond au moment de la fusion complète du solide en liquide.

À cette étape, les atomes ou les molécules sont encore accrochés les uns aux autres, ce qui permet d'avoir un matériau qui reste continu et non pas un gaz, mais chacun ou chacune ne tient plus aux autres que par de faibles liaisons, dites « liaisons faibles hydrogène » dans le cas de l'eau. Ces liaisons sont dites faibles car elles se défont presque aussitôt qu'elles se sont formées, l'atome ou la molécule ne cessant d'être happé par d'autres liaisons du même type qui brisent les précédentes. Ainsi, dans l'eau à l'état liquide, chaque molécule est à tout instant partie prenante d'un réseau transitoire où toutes s'accrochent ensemble, tandis que, à tout instant également, elle se fait happer par un autre réseau tout aussi transitoire qui lui permettra de s'échapper du précédent.



Une représentation schématique de l'eau liquide. Seuls ont été représentés les molécules reliées à un instant donné à quatre molécules voisines par une liaison faible hydrogène. Ces molécules quatre fois reliées forment des "clusters" analogues à de minuscules cristaux de glace. Un millième de milliardième de seconde plus tard on aurait une autre figure, complètement différente, mais avec la même proportion de liaisons

[document Sciences et Avenir - J.L. Lavallard]

Le résultat global de ces contraintes contraires est que, finalement, les atomes ne sont plus tenus, même occasionnellement, à des places qui sont fixes les uns par rapport aux autres. Désormais, ils se déplacent librement.

*4ème étape de la formation de la matière :
la fusion du solide en liquide.*

Les atomes bougent maintenant librement les uns par rapport aux autres, car ils ne sont plus tenus entre eux que par des liaisons faibles et très transitoires



À la fois complètement prisonnier de réseaux et totalement libre de se mouvoir, telle est donc la situation paradoxale d'un atome ou d'une molécule dans un corps à l'état liquide. À cette étape, il en va donc pour les atomes comme il en va pour les plis des ondes d'espace dont le réseau qui leur sert de cage est, lui aussi, fermé / ouvert.

Ce que l'on peut aussi exprimer en disant que les atomes constituent alors globalement un corps fermé, c'est-à-dire un corps qui ne se disperse pas de tous côtés comme le ferait un gaz, mais que, à l'intérieur de cette clôture, le trajet individuel de chacun des atomes ou des molécules qui le composent est complètement ouvert, puisqu'ils peuvent se déplacer librement et selon toutes les directions.

Sur la cause de l'évolution des plis subis par les ondes d'espace :

Cette 4ème étape boucle le cycle des points séparés. On rappelle que la décomposition des quatre cycles successifs de l'évolution a été présentée au chapitre 1-2, « présentation de la méthode », de [la 1ère partie](#).

Avant d'envisager l'étape suivante, qui sera la 1ère du cycle du classement, il apparaît nécessaire de réfléchir à ce qui force le phénomène à se complexifier.

Dans le cas du solide qui fond, on sait que c'est l'augmentation de la température qui le force à se transformer progressivement en liquide. Cela signifie que nous apportons de plus en plus d'énergie aux atomes, ce qui les amène à s'agiter de plus en plus fortement, cela jusqu'à ce que leurs liaisons chimiques ne soient plus assez fortes pour les tenir dans la même position les uns par rapport aux autres.

Dans le cas des ondes d'espace, qu'est ce qui fait qu'elles ont à supporter de plus en plus de déformations, et qu'est ce qui, en conséquence, permet à ces déformations de s'organiser en groupes de plus en plus stables que la pulsation des ondes réussit de moins en moins à défaire ?

On peut penser que c'est seulement affaire de décalage dans le temps de la maturité de la synchronisation des ondes d'espace dans l'ensemble de l'univers.

En effet, puisqu'il a nécessairement fallu un très long délai pour que se trouve cette synchronisation de leur pulsation d'un endroit à l'autre de l'univers, il ne faut pas d'emblée penser cette synchronisation comme un processus achevé, mais comme un processus qui ne cesse de gagner des volumes de plus en plus grands. Cela implique une réaction des lieux les premiers synchronisés vers les lieux les derniers atteints, puisque, au fur et à mesure que leur synchronisation deviendra de plus en plus ferme, les premiers vont comme se raidir par rapport aux seconds. Dans cette circonstance, les pulsations que les zones déjà bien synchronisées vont envoyer vers leurs périphéries blesseront de plus en plus fortement les ondes de celles-ci, car elles ne seront coordonnées que sur trop peu d'échelles de pulsation encore pour renvoyer efficacement ces déformations vers les zones plus centrales. Les ondes de la périphérie seront donc à la fois déformées par leurs propres défauts de synchronisation et déformées par les plis de plus en plus nombreux que leur enverront, ou que leur renverront, les ondes centrales déjà bien mieux synchronisées.

Qui plus est, comme on l'a envisagé dans le chapitre « sur la cause de la gravité » ([1ère partie](#), au chapitre 1-4), les ondes périphériques ainsi déformées vont occuper moins de volume, et donc se tasser les unes contre les autres, ce qui va générer vers elles un courant de gravité qui leur rendra plus difficile encore de renvoyer les déformations qui les affectent vers les zones centrales déjà mieux synchronisées.

En résumé, on imagine donc qu'il y a à la fois une circonstance de délai relatif qui fait que les ondes synchronisées en premier dans les zones centrales des grands vides de l'univers vont se débarrasser sans contrepartie de leurs plis vers leurs périphéries, et un effet induit qui aggrave encore cette circonstance : les déformations des ondes périphériques génèrent un creusement de l'espace-temps vers elles, y entraînant une accumulation de déformations qui seront comme prisonnières dans leurs puits de gravité.

On peut toutefois envisager que cette situation n'est pas destinée à s'aggraver indéfiniment et que, après une bouffée de déséquilibre ayant conduit à la formation de la matière dans les zones périphériques aux grandes bulles vides de l'univers, une situation d'équilibre finira par s'y trouver lorsque ces zones périphériques auront rattrapé leur retard dans la synchronisation de leur pulsation.

2-5- la 5ème étape du cycle de formation de la matière : naissance des trajets droits à partir de points-sources

À l'étape précédente, s'est créé un réseau instable, zigzaguant mais continu, de sillons qui creusent en permanence les ondes d'espace. Sur ces sillons circulent, à la vitesse de la lumière, des plis de plus en plus nombreux. Nécessairement, viendra le moment où le débit de ce réseau zigzaguant atteindra sa limite.

Pour augmenter encore le débit, on peut penser que la tendance des sillons sera de se débarrasser de tous leurs détours et de tous leurs embranchements, suivant en cela le bon vieux principe qui veut que la ligne droite soit le plus court chemin pour aller d'un point à un autre.

À la 5ème étape, on suppose donc que le réseau des sillons interconnectés opère une mutation, et qu'il se transforme dorénavant en une multitude de trajets droits indépendants les uns des autres.

Puisqu'il n'y a plus un réseau fermé de sillons mais un ensemble de trajets indépendants, il faut bien que chacun de ces trajets commence quelque part, quitte ensuite, une fois démarré, à ce qu'il se prolonge sans fin.

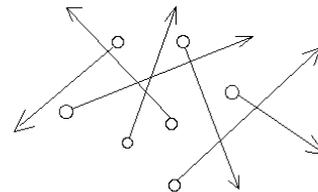
Au tout début, ce sera la simple déconnection des différents sillons précédemment interconnectés qui décidera de l'endroit où commencera chacun des nouveaux trajets droits et autonomes, mais dès que la place aura été libérée par ces trajets partis au loin, il faudra bien qu'ici ou là, et d'un coup, de nouveaux trajets commencent à exister.

Pour que cette « génération semblant spontanée » survienne, on doit supposer que se créent, de façon dispersée sur les ondes d'espace, des lieux de convergence où les tensions de déformation vont s'exacerber jusqu'à donner naissance à des plis spécialement bien préparés pour se transformer en sillons, lesquels sillons seront ensuite sans arrêt alimentés par de nouveaux plis qui vont indéfiniment apparaître au même endroit. De ces endroits, que l'on peut qualifier de sources, des plis vont désormais jaillir en continu, et ils vont alors former, à partir de chacun d'eux, un jet droit qui sera sans fin.

Afin de prendre en charge au mieux les tensions subies par les ondes selon toutes les directions de l'espace, ces jets droits vont partir de sources qui seront réparties d'une façon approximativement régulière dans l'espace, et ils vont pointer vers des directions qui seront, elles aussi, réparties de façon approximativement régulière.

5ème étape du cycle de formation de la matière :

*des jets droits, filant à la vitesse de la lumière,
prennent naissance en des points-sources
régulièrement répartis. Ils partent à égalité
vers toutes les directions de l'espace*



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

À grande échelle, l'ensemble formera un tapis statistiquement uniforme, grouillant d'une multitude innombrable de trajets se dispersant et se regroupant simultanément, puisque autant de trajets sembleront fuir que de trajets sembleront se rapprocher, et puisque aucune direction ne semblera spécialement privilégiée.

Vu de près, par contre, c'est-à-dire si l'on ne considère que ce qui se passe sur un seul de ces trajets, on ne pourra constater qu'une situation de complète dissymétrie, ce trajet fuyant obstinément vers une seule et unique direction en ignorant complètement toutes les autres directions qu'il n'empruntera jamais.

Cette dynamique de trajets droits sortant de points-sources implique donc une contradiction complète entre ce qui se passe à grande échelle et ce qui se passe dans le détail, et cette contradiction est à la base du caractère paradoxal du fonctionnement de cette 5ème étape : la situation est complètement équilibrée (si on la considère à grande échelle), et elle est en même temps complètement déséquilibrée (si on la considère dans le détail). Plutôt que de l'exprimer directement par l'expression « équilibré / déséquilibré », on l'exprimera par l'expression « ça se suit / sans se suivre ». Cette expression signifie que, si l'on regarde à grande échelle et que l'on déplace son regard en balayant tout l'espace, toujours on trouve la même texture homogène et équilibrée qui se poursuit d'un endroit à l'autre, tandis que, si l'on regarde à petite échelle et que l'on déplace son regard de la même façon, ce que l'on verra en un endroit ne sera pas la suite de ce qu'on aura vu juste auparavant. Ainsi, si là nous voyons un trajet filant vers la droite, l'instant suivant nous verrons peut-être un trajet filant vers le haut, ou peut-être vers le bas à droite, ou peut-être qu'il nous viendra droit dessus. Bref, ce que l'on voit à grande échelle se suit d'un endroit à l'autre, tandis que ce que l'on voit à petite échelle ne se suit pas d'un endroit à l'autre.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

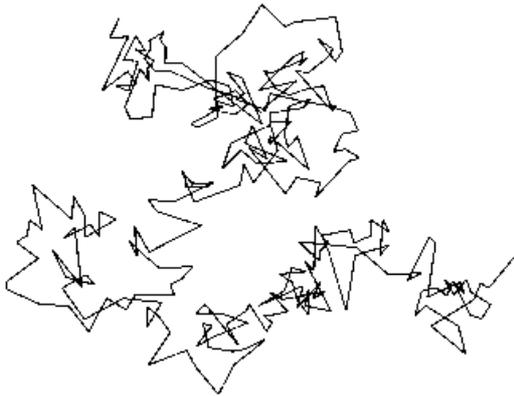
Dans le cycle qui nous sert de référence, nous retrouverons le même divorce, à cette étape, entre ce qui se passe à grande échelle et ce qui se passe dans le détail.

À l'étape précédente, nous étions avec l'état liquide dans lequel les atomes ou les molécules restaient solidaires les uns des autres, même s'il ne s'agissait que de liaisons faibles et extrêmement fugitives. Tout comme les réseaux instables mais continus de la 4ème étape de l'évolution des ondes d'espace se sont complètement déconnectés les uns des autres pour donner la situation de la 5ème étape, c'est aussi la complète déconnection des atomes ou des molécules du fluide qui fait naître la 5ème étape du cycle de référence, laquelle correspond donc à l'apparition de l'état gazeux. Dans cet état, tous les atomes et molécules sont complètement détachés les uns des autres et n'ont plus affaire les uns avec les autres qu'à l'occasion des chocs de leurs rencontres aléatoires qui les feront rebondir les uns sur les autres.

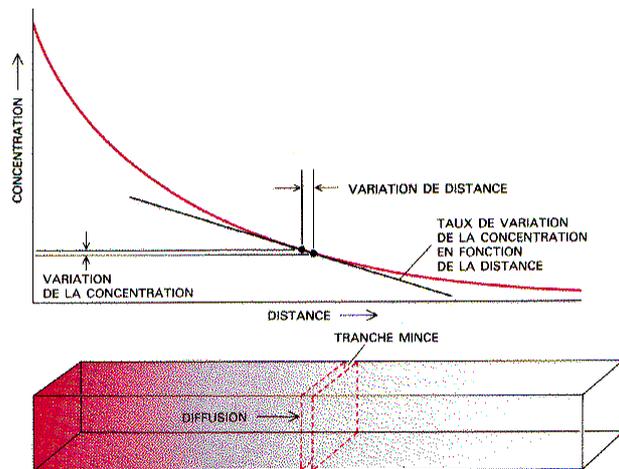
Pour définir cette 5ème étape en termes de dynamique, on dira qu'il s'agit de l'étape qui voit apparaître le mouvement brownien, lequel correspond au libre mouvement le plus aléatoire possible de chacune des molécules (croquis ci-après, figure de gauche).

La cause des circonvolutions caractéristiques d'un mouvement brownien est le choc des molécules les unes contre les autres : se cognant aléatoirement, elles se renvoient tout aussi aléatoirement dans toutes les directions, de telle façon que, si l'on considère le fluide à un moment donné, les directions et les vitesses des molécules sont les plus diverses qu'il peut être possible. Ici, on a utilisé le terme « fluide » plutôt que celui de « gaz », et c'est ce terme-là qui sera retenu dans toute la suite de l'évolution, car le mouvement brownien ne concerne pas seulement les gaz mais aussi les liquides, à la condition, toutefois, qu'ils soient assez peu visqueux et que la part de liberté qu'ils laissent à leurs molécules soit suffisamment grande par rapport aux attaches qu'elles conservent entre elles. En fait, lorsque la dynamique du fluide augmente, les énergies en cause transforment rapidement les liaisons faibles entre molécules en quantités négligeables par rapport aux forces qui tendent à écarteler le liquide, de telle sorte que, pour l'évolution qui nous concernera, un liquide ne se comportera pas différemment d'un gaz.

Revenons donc au mouvement brownien qui agite notre fluide de façon complètement aléatoire. Une des conséquences de cette dispersion la plus aléatoire possible est que ce fluide sera constamment homogénéisé par le mouvement même de ses molécules, ce qui lui permettra de progressivement rétablir son homogénéité si un gradient quelconque lui est imposé. Si, par exemple, un peu de colorant est versé dans un coin d'un gaz ou d'un liquide peu visqueux, le mouvement brownien n'aura de cesse de répandre ce colorant à égalité dans tout le volume du fluide, et la même chose vaudra si l'on chauffe une partie de ce gaz ou de ce liquide, le mouvement brownien n'ayant alors de cesse d'égaliser sa température dans l'ensemble du volume, c'est-à-dire d'égaliser les vitesses moyennes des diverses molécules qui le composent.



le mouvement brownien d'une particule microscopique en suspension dans l'eau
[d'après un dessin de Jean Perrin - document de la revue Pour la Science]



Dessin du bas : diffusion progressive et très régulière d'un colorant dans un liquide par l'effet du mouvement brownien de ses molécules. Dessin du haut : la concentration du colorant à un instant donné est portée en fonction de la distance [figure extraite d'un article de Bernard Lavanda "Le mouvement brownien" dans la revue Pour la Science]

Dans ce type de dynamique, le remarquable est donc que le mouvement complètement désordonné et complètement imprévisible à petite échelle de chacune des molécules a pour résultat paradoxal de produire, mais à grande échelle cette fois, une parfaite uniformité et une parfaite régularité.

Sous cet aspect, nous retrouvons par conséquent le paradoxe envisagé pour les trajets droits des plis des ondes d'espace, c'est-à-dire le divorce complet entre ce qui se passe à grande échelle et ce qui se passe à petite échelle : on peut constater que la situation est parfaitement équilibrée et qu'elle se poursuit ainsi partout dans le fluide si on la considère à grande échelle, puisque, à cette échelle-là, les vitesses moyennes des molécules sont lissées et que cette vitesse moyenne se poursuit dans tout le fluide, et l'on peut simultanément constater que, à petite échelle, la situation est complètement déséquilibrée et qu'elle ne se poursuit pas d'un endroit à l'autre, puisque, si on la considère isolément, on doit constater que chaque molécule va dans une direction et à une vitesse qui dépendent des circonstances parfaitement aléatoires du précédent choc subi par cette molécule et qui n'ont rien de commun avec la direction et la vitesse de n'importe laquelle des autres molécules de son voisinage. Chaque molécule suit un chemin complètement erratique et irrégulier, et le résultat d'ensemble de cette irrégularité absolue est de produire une uniformité moyenne parfaitement régulière.

5ème étape du cycle de référence :
brassage incessant du fluide par le mouvement brownien de ses molécules.

Le désordre complètement irrégulier de ce mouvement à petite échelle fait contraste avec l'uniformité parfaite qu'il génère à grande échelle



2-6- la 6ème étape du cycle de formation de la matière : naissance des jets symétriques

À l'étape précédente, les tensions de déformation des ondes d'espace s'équilibraient de façon satisfaisante à grande échelle, cela grâce à la trame des sillons plissés répartis dans l'espace avec une densité régulière et qui ouvraient leurs trajets vers toutes les directions de l'espace.

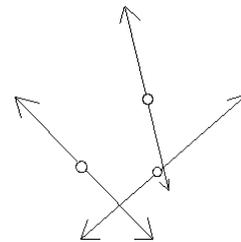
Un fort déséquilibre régnait, par contre, à petite échelle, notamment autour des points où ces trajets prenaient leur source, puisque, du fait de leur nature orientée, ils ne soulageaient les ondes que vers une seule direction.

Lorsque ces ondes vont devoir évacuer davantage de déformations encore, cette situation déséquilibrée à petite échelle va devenir impossible à tenir et une nouvelle adaptation devra être trouvée.

Pour supprimer le déséquilibre qui naît du démarrage d'un trajet de déformations vers une seule direction à partir d'une source, l'adaptation la plus immédiate consiste à tout simplement ne plus faire démarrer un seul, mais deux trajets symétriques, à partir d'une même source. Outre le doublement immédiat du débit que permet cette disposition, la symétrie des départs permet de les évacuer de façon maintenant mieux équilibrée, du moins pour ce qui concerne la zone d'espace qui entoure immédiatement chaque source.

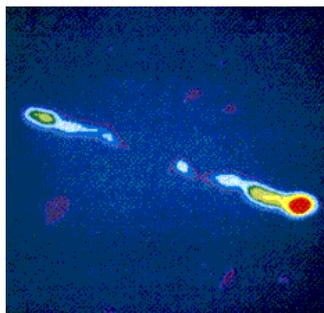
*6ème étape du cycle de formation
de la matière :*

*naissance de jets symétriques
partant d'une même source, afin de
prendre en compte de façon
équilibrée les directions opposées
de l'espace*



Jusqu'à quelle taille ce système va-t-il pouvoir se poursuivre ?

Jusqu'à des tailles énormes. Tellement énormes, même, que cela va générer les premières formes que nous pouvons percevoir lorsque nous sondons les périodes les plus anciennes de l'univers. À leur plus grande échelle, ces jets symétriques ne seraient autres, en effet, que ce que nous nommons les quasars. Mais les quasars ne s'observent pas seulement dans le lointain passé de l'univers, ils existent aussi dans notre univers proche, au centre de chaque galaxie, y compris de la nôtre. Les quasars nous apparaissent comme des jets symétriques semblant sortir de rien, au point qu'on appelle usuellement leurs sources des trous noirs, et on observe qu'ils s'allongent à une vitesse qui est proche de celle de la lumière.



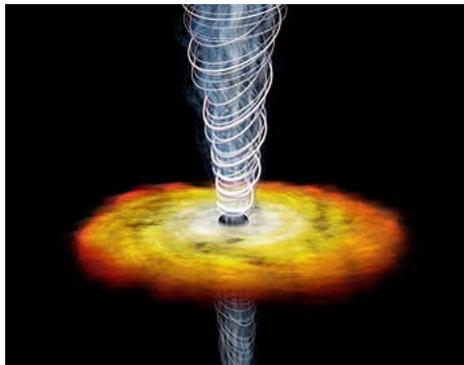
*Le quasar qui a été découvert presque au centre de
notre galaxie, photographié en 1992. Il se
compose de deux jets symétriques de plus de 3
années-lumières de longueur. Ces jets ne sortent
d'aucune source visible de matière.*

[photo F. Mirabel/CEA-Saclay et S. Brunier]

On pourrait dire que cette disposition ne procure pas une situation homogène à très grande échelle, au contraire, même, qu'elle est très inégalitaire, puisque les déformations s'y concentrent à l'intérieur de deux jets linéaires en négligeant toutes les autres parties de l'espace.

Il ne faut pas oublier, cependant, que cette forme n'a pour but que de prendre en charge de façon efficace l'évacuation des déformations lorsque celles-ci sont densément présentes, ce qui n'exclue pas leur circulation, ailleurs, sous forme moins organisée. En fait, on peut supposer que les déformations des ondes naissent de façon très dispersée dans tout l'espace environnant, puis qu'elles se regroupent petit à petit pour, finalement, se concentrer dans la zone dite du « trou-noir » située à la source des jets. Si le jet ne cesse de s'allonger, ce n'est donc pas qu'il regroupe, au fur et à mesure de son avancée, les déformations qu'il rencontre sur son trajet, mais c'est parce que des déformations venues de toutes les régions de l'espace se regroupent puis affluent vers sa source. Ces déformations nous restent invisibles tant qu'elles ne sont pas incorporées dans les jets, car ce ne sont encore que des plis isolés sur les ondes d'espace. C'est seulement par la suite, dans ces jets où elles vont se regrouper et s'organiser, qu'elles formeront des particules de matière ou des rayonnements qui seront captés par nos télescopes.

L'arrivée des déformations vers la source du quasar n'est d'ailleurs pas complètement inorganisée, car cette source agit un peu comme le centre d'une zone dépressionnaire, laquelle est normalement plus intense dans le plan perpendiculaire aux jets. On doit donc imaginer que tout se passe comme dans une dépression atmosphérique, c'est-à-dire que la tendance typique d'un tel engorgement de plis sera de prendre la forme d'un tourbillon tournant autour de la source du quasar et situé dans le plan perpendiculaire à ses jets. Dans la réalité, c'est bien ce que l'on observe, ce que l'on vient de décrire étant habituellement appelé le « disque d'accrétion » du quasar. Comme les plis s'y concentrent, ils peuvent se regrouper, ce qui leur permet de générer progressivement, comme dans les jets du quasar, des particules de matière et des rayonnements qui nous seront visibles.



Une vue d'artiste du quasar GB1508 et de son disque d'accrétion

Source de l'image : <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=5712>

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

D'un bout à l'autre de ce système double, la situation est homogène : partout on a affaire à un sillon continu de déformations qui filent à la vitesse de la lumière. Cependant, bien qu'ils soient parfaitement identiques, les deux jets sont parfaitement hétérogènes l'un pour l'autre puisqu'ils partent vers des directions qui sont diamétralement opposées l'une de l'autre.

Homogènes par un aspect (leur nature), et hétérogènes par un autre aspect (le sens de leur déplacement), « homogène / hétérogène » sera donc l'expression adaptée pour résumer l'aspect paradoxal du comportement des jets symétriques de cette 6ème étape.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

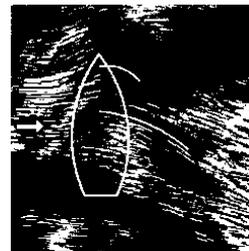
Retour maintenant au cycle de référence qui va du fluide uniforme au fluide tourbillonnant. Sa nouvelle étape y est occasionnée par la survenue d'un trop grand différentiel de vitesse entre ses molécules : lorsque celui-ci est trop grand, en effet, le mélange brownien des molécules ne parvient pas à se faire assez vite et le fluide réagit en se découpant en tranches, dites « couches laminaires », qui glissent les unes sur les autres. Ce n'est plus qu'à l'intérieur de chacune de ces couches laminaires que le mélange brownien parvient encore à assurer l'homogénéité de la vitesse moyenne des molécules, et cette vitesse moyenne est désormais découpée en tranches et elle varie par un saut brusque lorsque l'on passe d'une couche à sa suivante.

Puisque le fluide reste fait d'un même matériau, il est toujours parfaitement homogène, mais il est désormais scindé en couches qui ne peuvent plus se mélanger et qui se comportent donc comme si elles étaient complètement hétérogènes les unes pour les autres. Là aussi, par conséquent, on retrouve à l'œuvre le même type de situation paradoxale, homogène et hétérogène à la fois, la différence des vitesses entre couches laminaires remplaçant les sens inverses du déplacement des jets symétriques.

*6ème étape du cycle de référence :
ne parvenant plus à s'uniformiser de façon progressive, le fluide
se tranche en couches laminaires aux vitesses différentes et
glissant les unes sur les autres.*

*Ici, cet écoulement laminaire est occasionné par le frottement
de l'air autour de la voile d'un bateau*

[d'après photo d'Eric Twiname, extraite du "Nouveau Cours de navigation des Glénans" aux éditions du Seuil]



2-7- la 7ème étape du cycle de formation de la matière : naissance de l'entrelacement des trajets

Depuis quelques étapes, l'organisation de sillons continus de plis fuyant à la vitesse de la lumière est demeurée le moyen adapté pour soulager les tensions de déformation que subissent les ondes d'espace mal synchronisées, mais ce soulagement est nécessairement inégal, car il produit des effets différents à proximité des sillons et aux endroits qui en sont éloignés.

Pour résorber ces différences, les jets sont devenus symétriques, ce qui a au moins eu pour effet d'équilibrer les tensions autour de chacune des sources de jets. Ainsi mieux équilibrés à leur départ, les sillons vont pouvoir grossir quelque temps, se gonfler et évacuer des débits de déformations plus importants, mais viendra nécessairement le moment où le débit des déformations évacuées deviendra tellement fort qu'il générera des tensions excessives entre les zones soulagées par le proche passage d'un jet et les zones qui sont situées trop loin pour pouvoir vraiment profiter de son effet.

Puisqu'il ne permet pas d'irriguer de façon régulière les ondes d'espace, on suppose donc que le caractère rectiligne des trajets devient désormais un handicap et que les trajets vont désormais se courber afin de toujours se positionner au mieux à l'intérieur de chacun des espaces qu'ils irriguent.

Pour y parvenir, on peut s'attendre à ce que chaque parcours change fréquemment de direction, de telle sorte que le résultat global de tous les équilibrages réciproques et probablement très mouvants qui vont ainsi advenir sera de créer une sorte de maillage régulier de sillons courbes mutuellement entrelacés. Chacun empruntant une direction très différente de celle de ses voisins, le plus souvent ces sillons ne pourront pas fusionner et ils resteront donc farouchement indépendants les uns des autres.

Après toute une période d'adaptation des sillons les uns par rapport aux autres, on peut penser que, finalement, la création de paires de sillons de sens contraires et entrelacés l'un autour de l'autre émergera comme la façon la plus efficace d'équilibrer globalement la situation le long de leur trajet commun, qu'elle se généralisera donc progressivement, devenant ainsi l'innovation caractéristique de cette 7ème étape. Finalement, c'est une disposition qui se rapproche beaucoup des paires de jets symétriques de l'étape précédente, mais elle traite de façon symétrique l'ensemble de son parcours, non pas seulement sa source, et elle prend en charge, en outre, une zone bien plus large tout au long de son parcours.

Il faut toutefois prendre en compte le fait que chacun des brins entrelacés doit avoir un début tout en faisant partie d'une de ces paires de jets symétriques, ce qui implique que la situation n'est probablement pas celle de paires isolées de trajets entrelacés, mais celle d'un réseau interconnecté de paires de jets symétriques qui s'entrelacent à tour de rôle, tantôt avec l'un, et tantôt avec un autre.

*7ème étape du cycle de
formation de la matière :*

*entrelacement de
trajets de déformations
de sens contraires, afin de
mieux ratisser l'espace
dans toutes ses directions*



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Puisqu'ils sont entrelacés, les trajets que suivent les déformations sont désormais rassemblés, et puisqu'ils gardent leur indépendance au point de circuler à l'envers, ils n'en restent pas moins des trajets clairement séparés l'un de l'autre. « Rassemblés / séparés » sera, par conséquent, l'expression adaptée pour résumer le comportement paradoxal des trajets de déformations en cette 7ème étape.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans le cycle de référence qui va du fluide uniforme au fluide tourbillonnant, un processus de rassemblement / séparation tout à fait analogue se passe à la même étape. Désormais, en effet, les couches laminaires adjacentes ont des vitesses qui sont trop différentes pour pouvoir glisser sans accroc l'une sur l'autre, ce qui les oblige à s'interpénétrer localement et de façon répétée. Tout le long du front de leur rencontre, s'échelonnent alors des zones qui se séparent de leur couche d'origine pour se rassembler avec la couche opposée.

*7ème étape du cycle de référence :
interpénétrations discontinues et répétitives.*

Lorsque deux régions du fluide atteignent un écart de vitesse insoutenable, il se produit une cassure qui annule complètement ce différentiel. Ce différentiel de vitesse augmente alors à nouveau, et cela jusqu'à ce qu'il redevienne excessif. Tout se brise alors à nouveau, et le même processus se répète



2-8- la 8ème étape du cycle de formation de la matière : des hélices en hélice d'hélice

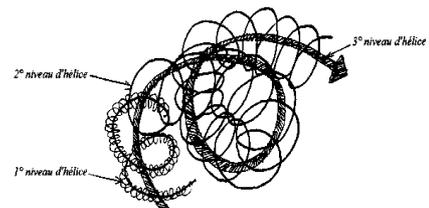
Vient le moment où les ondes d'espace ont à évacuer un nouveau surcroît de déformations. L'imbrication et l'entrelacement des jets de déformations se révélant trop aléatoires et trop mutuellement conflictuels pour y parvenir, les jets vont devoir adopter collectivement une organisation plus régulière et plus systématique, une organisation qui permettra de mieux traiter simultanément toutes les directions et qui permettra de tapisser l'espace de façon plus homogène.

Depuis la 5ème étape, les jets partent d'une source et ils vont dans un sens défini. Cela n'aura pas à être remis en cause. Depuis la 6ème étape, ils s'organisent par couples partant en sens contraire à partir d'une même source. Cela n'aura pas, non plus, à être remis en cause. La 7ème étape a vu les jets de sens contraires, simultanément se vriller et s'entrelacer. Ce croisement très conflictuel ne tiendra plus la route lorsque la situation va se tendre davantage, mais la forme en vrille inaugurée pour permettre cet entrelacement s'est révélée efficace pour prendre en charge de façon régulière toutes les directions, et c'est donc cette forme en vrille qui va s'accuser et se systématiser pour faire maintenant naître l'étape suivante de l'évolution.

L'hypothèse est en effet que, à la 8ème étape, les jets de déformations se mettent à s'enrouler régulièrement en hélice, laquelle hélice se mettra elle-même en hélice d'échelle supérieure, laquelle, à son tour, se mettra en forme d'hélice d'échelle encore supérieure, etc., etc.

*8ème étape du cycle de formation
de la matière :*

*une infinité de niveaux d'hélice en
hélice d'hélice, afin de ratisser l'espace
de façon systématique sur toutes ses
échelles et dans toutes les directions*



Il y avait nécessité, pour les trajets des déformations, de trouver une organisation collective qui leur permette de « ratisser » l'espace au mieux, selon toutes ses directions et selon un maximum d'échelles possibles. Cela est maintenant permis par le mouvement en hélice qui se tourne successivement et de lui-même dans toutes les directions, et cela est aussi permis par le systématisme de l'organisation hiérarchique de cette forme en hélice que l'on retrouve semblable à elle-même sur toutes ses échelles. Mais cette organisation régulière et hiérarchique n'est pas seulement induite par son efficacité intrinsèque. Au tout début du cycle, en effet, on a vu que les ondes d'espaces ont déjà organisé le synchronisme de leur pulsation sur une infinité d'échelles, et c'est donc tout naturellement que les ondes d'espace, par leurs battements simultanément synchronisés sur une infinité d'échelles, vont elles-mêmes impulser cette organisation du mouvement de leurs déformations sur une infinité d'échelles simultanées.

Ce type d'organisation autosimilaire sur plusieurs échelles doit d'ailleurs être considéré comme caractéristique d'un cycle de complexité qui se termine et qui va devoir passer à autre chose, car, après s'être ainsi généralisé et systématisé sur toutes ses échelles, il ne peut aller plus loin et il ne peut faire plus systématique. La complexité devra nécessairement trouver autre chose pour se poursuivre.

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Sur quantité d'échelles successives, le déplacement des déformations s'effectue donc désormais de la même façon, en hélice, les plus petites hélices étant enchâssées dans les plus grandes, les unes dans les autres comme le sont des poupées russes.

La participation simultanée d'une parcelle de trajet à une multitude de trajets d'échelles différentes est donc parfaitement synchronisée, alors que, pourtant, les complexes mouvements de giration et d'avancement simultanés qu'il faut faire pour suivre la spirale de l'une quelconque de ces échelles sont nécessairement sans relation, c'est-à-dire incommensurables, avec les mouvements qu'il faut faire, à tout instant, pour suivre le trajet en spirale impliqué par les autres échelles du déplacement.

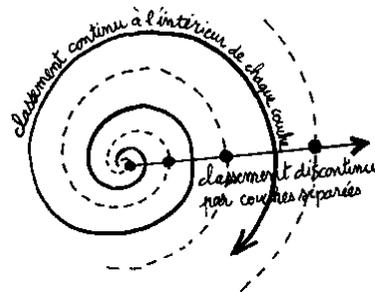
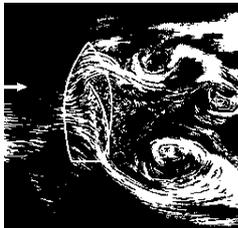
« Synchronisé et incommensurable » sera, par conséquent, l'expression adaptée pour résumer l'aspect paradoxal de la dynamique caractéristique de cette 8^{ème} étape.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans le cas du cycle de référence qui va du fluide uniforme au fluide tourbillonnant, c'est précisément à cette 8^{ème} étape que naît le premier tourbillonnement, et ce tourbillonnement prend la forme d'une spirale. Une spirale, elle aussi, présente la particularité d'être similaire à elle-même sur toutes ses échelles, puisqu'elle peut se poursuivre à l'infini sans que l'on puisse jamais savoir s'il s'agit d'une très grande spirale qui est vue de très loin ou s'il s'agit d'une très petite vue de très près.

De la spirale aussi, on peut dire qu'elle est une forme qui est en même temps parfaitement synchronisée et complètement incommensurable, puisqu'une spirale est dépourvue de toute régularité pouvant être mesurée selon un quelconque repère d'axes.

Comme on l'avait vu en présentant le stade du classement ([1ère partie](#) - chapitre 1-2), dans la forme en spirale les vitesses moyennes des molécules du fluide sont rangées en ordre de classement régulier si l'on suit le déroulement en spirale d'une même couche laminaire, et elles sont rangées en ordre qui saute par crans brusques si l'on s'écarte radialement du centre du tourbillon.



8^{ème} étape du cycle de référence :

naissance du tourbillon en spirale, organisant le classement des vitesses du fluide selon deux directions croisées et de façon autosimilaire sur toutes ses échelles

[d'après photo d'Eric Twiname, extraite du "Nouveau Cours de navigation des Glénans" aux éditions du Seuil]

Spirale dans l'exemple de référence, hélice dans le cycle de formation de la matière, la comparaison entre ces deux formes signale une différence importante que l'on peut maintenant dégager entre l'évolution de ces deux complexités : dans l'exemple de référence, l'évolution se déroule constamment dans un plan à deux dimensions, tandis que, dans le cas de la formation de la matière, cela se passe nécessairement dans l'espace à trois dimensions.

Cela n'est pas un handicap, tout au contraire, pour l'usage que l'on fait ici de l'exemple de référence, puisque sa plus grande simplicité permet de distinguer plus aisément les différentes étapes de l'évolution de sa complexité.

L'évolution des formes de grande échelle

Sur les 16 étapes à parcourir, nous venons donc de passer la 8ème, nous sommes à mi-chemin. Avant d'aborder l'étape suivante, il apparaît opportun d'examiner ce que l'hypothèse présentée implique pour les formes à grande échelle.

À la 6ème étape, en effet, il a été proposé une explication à la forme des quasars, et cela en relation avec la forme des plissements de l'espace à son échelle la plus fine. Il se trouve que l'évolution des étapes ultérieures ne proposera plus jamais la possibilité de coupler ainsi une forme dont l'échelle est infinitésimale avec une forme dont l'échelle est gigantesque.

Ce découplage irréversible n'est pas sans signification. Il résulte du fait que les formes d'organisation à toute petite échelle vont continuer à se complexifier, et cela jusqu'à finalement donner naissance à la matière, tandis que, de leur côté, les formes de grande échelle vont cesser de progresser et, tout au contraire, vont désormais se mettre à régresser. Ce qui implique que la forme des quasars semble la complexité maximale à laquelle peut prétendre l'agencement des formes de grande échelle, et que, à partir de ce stade, cet agencement va désormais régresser en défaisant une à une les étapes de complexité qui s'étaient précédemment construites.

Ce découplage laisse penser que les ondes d'espace ont, par conséquent, atteint le stade maximum de leurs déformations, du moins globalement et à grande échelle, et que, passé ce stade, soit parce qu'elles ont finalement réussi à améliorer leur synchronisation à ces grandes échelles, soit du fait de la « trop grande efficacité » de l'évacuation de leurs déformations par les quasars, l'intensité de ces déformations va désormais fléchir aux grandes échelles de l'espace.

Avant d'envisager cette régression des formes de grande échelle, récapitulons, d'abord, la situation qui mène jusqu'aux quasars.

En premier, on a supposé que, en périphérie des grandes bulles vides qui peuplent toujours l'essentiel de l'univers, la synchronisation des ondes stationnaires d'espace n'était pas parvenue à se trouver simultanément sur toutes les échelles de leur pulsation.

Ensuite, on a supposé que les ratés de cette synchronisation ont provoqué des déformations aux ondes d'espace qui, grâce à leurs pulsations incessantes, s'en débarrassent au fur et à mesure en les passant à leurs voisines, lesquelles voisines, à leur tour, s'empressent de s'en débarrasser sur leurs propres voisines. Comme ces déformations produisent un froissement des ondes d'espace qui contracte globalement leur volume et qui génère ainsi un champ de gravité, celui-ci retient l'ensemble de ces déformations dans les mêmes zones de l'espace.

Tout en voyageant sur les ondes d'espace à la vitesse de la lumière et dans des zones qu'elles ne peuvent donc quitter que difficilement, une partie de ces déformations s'arrange en groupements pour circuler à meilleur débit. Comme la quantité des déformations à évacuer ne cesse d'augmenter, ces groupements évoluent constamment vers des formes qui sont toujours plus efficaces. C'est à la suite de cette évolution, marquée par les diverses étapes caractéristiques que l'on a décrites, qu'elles en viennent donc à se grouper sous la forme d'une hélice, elle-même enroulée en hélice, elle-même enroulée en hélice, et cela de la même façon sur quantité d'échelles, cette forme étant celle qui, à ce stade, permet l'évacuation au loin la plus massive et la plus efficace des déformations.

Le découplage à venir entre petite et grande échelle implique que, si la forme de grande échelle s'est trouvée bloquée au stade du double jet des quasars, le développement de la complexité des petites échelles s'est au moins poursuivi au sein même du quasar jusqu'à l'échelle maximale qu'elle a pu y générer. Contaminant progressivement tous les trajets internes au quasar, on suppose que le déplacement en hélice d'hélice a finalement trouvé dans la forme même des jets la plus grande échelle possible de sa croissance, ce qui revient donc à considérer que, sur toutes ses échelles,

chaque jet d'un quasar peut être décomposé en hélice d'hélice, même si, comme on le verra à l'occasion de la 9ème étape, cet arrangement en hélice d'hélice n'est pas continu mais qu'il subit des coupures entre ses divers tronçons et, probablement aussi, entre certaines de ses échelles.

L'allure de type synchrotron du rayonnement émis par les quasars, c'est-à-dire sa propagation en spirale, a déjà été constatée lors d'observations, ce qui milite pour l'organisation interne des jets sous forme d'hélice, et la forme précise des jets, telle qu'on peut commencer à l'apercevoir, par exemple avec les vues du jet sortant du centre de la galaxie M87, va aussi dans le sens d'une organisation vrillée à grande échelle.



*une vue du jet s'échappant du centre de la galaxie M87,
obtenue par le télescope spatial HUBBLE*

[source de l'image : <http://hubblesite.org/gallery/album/pr2000020a>]

Même si la forme globale du quasar ne correspond qu'à la 6ème étape de la complexité, celle des jets symétriques, on suppose que son organisation intérieure en est donc arrivée, elle, jusqu'au niveau de la 8ème étape, celle de l'organisation en hélice d'hélice. Cette supposition a son importance car, dans les développements qui vont suivre, lorsque l'on envisagera la régression du fonctionnement des formes de grande échelle, ce sera à partir du mode de fonctionnement de cette 8ème étape que nous aurons à la considérer, et non pas à partir de la 6ème.

Depuis le début de la présentation de notre hypothèse, il est proposé que seule une petite fraction de ce qui se crée dans l'univers parvient à s'incorporer dans ce qui se crée à l'étape suivante de sa complexité. Dans cet esprit, la logique de notre hypothèse implique que seule une petite fraction des déformations des ondes a pu se rassembler en groupements de plus en plus complexes pour, finalement, se retrouver enrôlée dans les jets symétriques des quasars. Cela correspond à la logique de notre hypothèse, mais il se trouve que cela correspond aussi aux observations, puisque celles-ci montrent que, dans la réalité, chaque quasar est au centre d'une vaste zone qui fait globalement un effet de gravité très supérieur à celui correspondant aux seuls matériaux apparemment contenus en elle. Selon la théorie standard, cette vaste zone serait, en fait, peuplée d'une « matière noire » de nature inconnue et qui serait à l'origine de ce surcroît anormal de gravité. L'hypothèse proposée ici conduit à considérer qu'il ne s'agirait pas de matière noire mais qu'il s'agirait de simples plis déformant les ondes stationnaires d'espace, les chiffonnant, et, de ce fait, y générant un puits de gravité qui occasionne le surplus de gravité constaté. Dans cette hypothèse, ces plis correspondraient à la fraction très majoritaire des plis qui ne sont jamais parvenus à s'organiser en matière ou en rayonnement, et c'est pourquoi nous ne pouvons espérer les déceler autrement que par leurs effets de gravité.

Après la création des quasars, ainsi qu'on l'a déjà dit, il est supposé que la quantité des déformations à évacuer a commencé à décroître, soit que les ondes d'espace aient fini par trouver un meilleur synchronisme sur leurs grandes échelles, soit que les quasars se soient finalement montrés « trop » efficaces, ou soit encore que ces deux causes soient intervenues, chacune pour une part.

Il faut donc considérer une situation où la structure interne en hélice d'hélice du quasar est encore bien solide, qu'elle lui permet d'évacuer toujours autant de déformations, alors que moins de déformations sont désormais disponibles pour le nourrir et pour s'éloigner de sa source.

Sous l'effet de la raréfaction de son matériau de base, les plis des ondes d'espace, les jets du quasar vont tout d'abord et tout simplement se casser à quelque distance de leur source, à l'endroit même où ils commencent à trop perdre de leur cohérence. Naturellement, les déformations situées dans ces extrémités cassées vont continuer à circuler à la vitesse de la lumière, mais elles vont aussi se mettre à tourner presque en rond autour de la source du quasar, car c'est ainsi qu'elles pourront ne s'en éloigner que très doucement malgré leur vitesse intrinsèque qui n'aura pas diminué. La situation, alors, est celle que l'on désigne habituellement comme une galaxie spirale barrée, telle que l'est, entre autres, notre propre galaxie.

lère étape de la régression des formes à grande échelle,
le stade de la galaxie spirale barrée :
les jets du quasar se brisent, et les déformations se mettent à
presque tourner en rond autour de sa source, afin de ne plus
trop s'éloigner de celle-ci tout en poursuivant leur voyage
à la vitesse de la lumière sous la forme, désormais,
de quasi-jets courbés



À cette étape, les jets continuent de séparer le flot des déformations selon deux directions opposées, d'abord dans leurs parties droites qui circulent en sens contraire, puis dans leurs parties courbes qui partent vers des directions qui s'éloignent l'une de l'autre. Toutefois, l'effet combiné de la cassure des jets et du mouvement tournant de leurs extrémités permet aux déformations de rester rassemblées, du moins tant qu'il est possible, autour de la source du quasar. En outre, ce mouvement tournant des extrémités a pour effet de rassembler toutes les déformations sur un même cercle qui tourne autour de cette source et, qui plus est, en les faisant tourner dans le même sens autour de cette source.

L'effet de rassemblement (autour de la source et sur un même cercle de giration) étant ici inséparable de l'effet de séparation (selon des directions contraires qui s'éloignent l'une de l'autre), on retrouve donc le fonctionnement caractéristique en « rassemblé / séparé » de la 7ème étape de la complexité, et c'est ce qui amène à considérer que la formation à grande échelle a désormais régressé dans sa complexité, passant de la 8ème étape qui correspond au fonctionnement ayant contaminé tout l'intérieur des jets du quasar à la 7ème étape qui correspond au fonctionnement en galaxie spirale barrée.

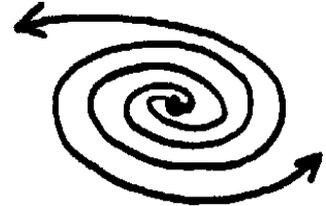
Rien n'empêche toutefois de considérer, en se plaçant d'un point de vue différent, que la forme de galaxie spirale barrée n'est pas une régression mais qu'elle correspond, au contraire, à une étape de maturité supplémentaire, puisqu'elle est une forme de 7ème étape tandis que les jets droits du quasar ne sont, à grande échelle, que des formes de 6ème étape. Il semble cependant plus opportun, pour bien comprendre l'évolution des prochaines étapes, de considérer comment cette forme de 7ème étape n'est obtenue qu'à l'occasion d'un début de régression de la force des jets, non pas à l'occasion d'un accroissement de son débit, car, en effet, la réduction de ce débit va être à l'origine, en s'aggravant encore, de l'apparition d'une seconde étape que l'on va maintenant envisager.

Cette nouvelle étape apparaîtra lorsque les parties en jets droits des galaxies spirales barrées ne pourront plus se maintenir du tout. Désormais, c'est dès la source que leur trajet va s'affaisser et se courber afin que, globalement, les déformations s'éloignent encore plus lentement de la source tout en continuant leur trajet à la vitesse de la lumière.

Ce stade est, dès lors, celui de la galaxie spirale classique.

2ème étape de la régression des formes à grande échelle, le stade de la galaxie spirale :

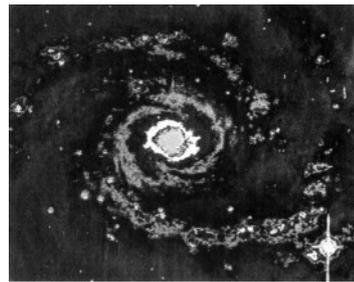
la forme des bras en spirale permet que, globalement, les déformations s'écartent lentement de la source centrale, tout en continuant à fuir à la vitesse de la lumière en suivant le trajet spiralant



Lorsque ce comportement « d'écartement lent du centre tout en fuyant à la vitesse de la lumière » se sera généralisé et qu'il se sera organisé de façon similaire sur toutes les échelles, nécessairement les bras des spirales auront perdu leur aspect continu et ils se trouveront déchiquetés en fragments de bras spirale qui, eux-mêmes, seront déchiquetés en fragments de spirales encore plus petits.

*une spirale mature
= une spirale déchiquetée
= des fragments de spirale
à l'intérieur de fragments de
spirale à plus grande échelle,
à l'intérieur de fragments de
spirale à plus grande échelle
encore*

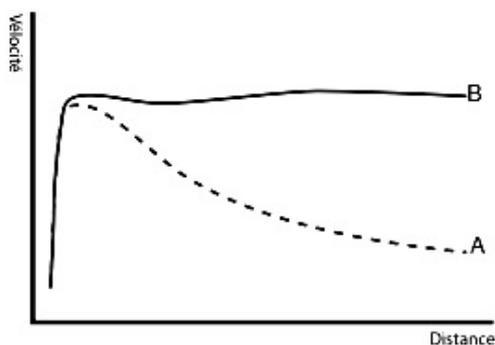
[document ESO - Ciel et Espace]



Lorsque ce comportement sera généralisé, « la tendance à tourner en rond pour ne pas s'éloigner de la source centrale » et la « tendance à fuir devant soi à la vitesse de la lumière » se seront donc équilibrées et régularisées dans toute la galaxie, et cela sur toutes ses échelles. D'une tendance à fuir à une vitesse constante détournée d'une manière régulière et autour d'un même lieu central, on doit attendre, lorsqu'elle s'est ainsi généralisée et régularisée, à ce qu'elle se manifeste par une tendance à tourner en rond à vitesse constante. C'est bien, précisément, ce qui est observé dans la réalité, et c'est bien ce qui pose problème à qui veut seulement penser le mouvement de la galaxie en termes de gravité. Comme les lois de la gravité veulent que la vitesse décroisse quand on s'éloigne du centre de giration, la théorie standard habituelle amène à nouveau à supposer l'existence d'une matière noire invisible, et, pour correspondre à l'effet observé, celle-ci devrait être disséminée en halo sphérique tout autour de la galaxie.

Selon l'hypothèse que l'on propose, l'explication du mouvement par les seules règles de la gravité s'applique bien évidemment à l'échelle à laquelle elle a été établie par Newton, c'est-à-dire à l'échelle d'une étoile et de son cortège de planètes, mais elle ne vaut pas à l'échelle globale d'une galaxie spirale car, ainsi qu'on vient de l'envisager, celle-ci ne doit pas son mouvement de giration d'ensemble à l'effet de la gravité, mais elle le doit à la courbure des jets d'un quasar dont la propriété a toujours été de circuler à vitesse constante.

En fait, il faut donc raisonner dans l'ordre inverse : la règle initiale du mouvement de giration de la galaxie est la vitesse de giration constante héritée de la vitesse constante du jet du quasar, et cette règle n'est plus valable à la petite échelle du mouvement des planètes où la gravité a progressivement effacé les particularités du mouvement né de l'auto-organisation puis de l'évolution des quasars et organisé sa propre et exclusive régularité. Ce remplacement de la régularité de l'effet de courbure des jets par la régularité de l'effet de gravité ne parvient à s'opérer que progressivement, et seulement à partir des zones où suffisamment de matière s'est formée et organisée pour y réussir. Ainsi, par exemple, la gravité s'impose dans le système solaire, mais peut-être pas encore à sa périphérie, du moins si l'on en croit le mouvement bizarre des sondes Pioneer qui sont à ses franges, et peut-être pas complètement non plus dans le système des anneaux de Saturne dans lesquels des arcs de matière semblent résister à la gravité. À plus grande échelle, elle réussit aussi à s'imposer dans le bulbe central des galaxies spirales, ce qui vaut que la règle de la vitesse constante ne commence qu'à partir d'une certaine distance du centre de ces galaxies.



*Exemple typique de courbes de rotation correspondant à une galaxie spirale.
En A, la courbe de vitesse prédite si l'on utilise les lois de la gravité à partir de la quantité de matière observée. En B, la courbe de rotation réellement observée et qui s'approche d'une vitesse constante à partir d'une certaine distance du centre.
On voit que les lois de la gravité ne fonctionnent correctement que près du centre galactique.*

source de l'image : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Galaxie>

Le fait que le bulbe central d'une galaxie spirale fonctionne selon les règles de la gravité signale que le fonctionnement spécifique aux jets s'est complètement évanoui à leur source, source qui est donc maintenant tarie, du moins pour l'essentiel. Pour cette raison, lorsqu'un sursaut de déformations se produit encore, qu'il faut évacuer, ce ne sont pas les anciens jets maintenant spiralants et complètement déconnectés de leur source qui vont les absorber, mais ce sont de nouveaux jets qui vont apparaître. Très normalement, ils vont partir du centre du bulbe, et ils partiront dans la seule direction qui leur est libre, celle qui est perpendiculaire au plan de la galaxie. Ces mini quasars vivent désormais au centre de chacune des galaxies, y faisant preuve d'une activité variable dans le temps, parfois très puissants et parfois presque éteints, selon l'importance variable du sursaut de déformations qu'ils auront à évacuer. C'est un tel mini quasar, partant du centre de notre propre galaxie, dont on a donné une représentation au chapitre 2-6.

À cette étape de la galaxie spirale, si l'on excepte donc son bulbe central, un fonctionnement homogène s'est établi dans l'ensemble de la galaxie puisqu'elle tourne à vitesse constante. Pourtant, ce fonctionnement homogène se fonde sur l'existence de bras spiraux qui se distinguent nettement des espaces presque vides qui les séparent. Le fonctionnement d'une galaxie spirale marie donc la présence hétérogène des bras spiraux et la vitesse partout homogène qu'ils engendrent : c'est là un fonctionnement simultanément « homogène et hétérogène », caractéristique de la 6ème étape de l'évolution de la complexité. Encore un cran en arrière, donc, par rapport au comportement de la galaxie spirale barrée qui fonctionnait, elle, selon celui de la 7ème étape.

Incidentement, on peut noter la différence entre cette forme de spirale « de 6ème étape » avec la spirale « de 8ème étape » qui correspond aux tourbillons en spirale que forme, par exemple, l'air derrière une voile de bateau. Dans le cas de la spirale de 8ème étape, l'autosimilarité est absolue et obtenue de façon continue, car la forme de cette spirale est continue depuis son centre jusqu'à sa plus lointaine périphérie. Dans le cas, cette fois, de la spirale de 6ème étape, l'autosimilarité se réfère seulement à des morceaux détachés de spirale qui sont contenus dans des morceaux détachés d'une spirale plus grande. Dans cette dernière situation, tous les morceaux de spirale d'une même échelle sont à la fois séparés les uns des autres et rassemblés dans un morceau de spirale de plus grande échelle, signe que l'effet de « rassemblement / séparation » de la 7ème étape a laissé sa trace dans cette forme d'organisation régressive. Le fait, déjà signalé, que la disposition en hélice d'hélice ne soit pas véritablement continue à l'intérieur des jets d'un quasar mais qu'il existe des « blancs », des coupures, entre certaines de ses échelles, a d'ailleurs, et tout naturellement, aidé à amorcer le déchiquetage de la galaxie spirale en morceaux de spirales plus petites.

À l'étape encore suivante, si l'on suppose qu'un nouveau cran en arrière sera parcouru, on doit s'attendre à ce que le fonctionnement de la galaxie spirale rétrograde maintenant vers le fonctionnement caractéristique de la 5ème étape de l'évolution de la complexité.

Dans le cas du cycle de référence qui va du fluide en équilibre jusqu'au fluide tourbillonnant, ce stade est celui de la dispersion brownienne des molécules vers toutes les directions. Dans le cas du cycle de formation de la matière, on a vu que cette étape était celle où des jets droits naissaient, lesquels se dispersaient, eux aussi, de façon statistiquement régulière vers toutes les directions.

Si l'on applique ce type de comportement à une galaxie spirale, on doit donc s'attendre à ce qu'elle cesse d'avoir des bras nettement formés plus ou moins contenus dans un même plan et que l'ensemble de son matériau se mette à se disperser dans toutes les directions, y compris hors du plan galactique.

Ensuite, après un certain temps d'une telle diffusion « comme gazeuse » dans toutes les directions, on doit s'attendre à ce que la galaxie perde toute forme interne précise et qu'elle n'apparaisse plus alors que comme une vague lentille plus ou moins ovale.

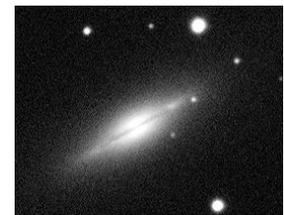
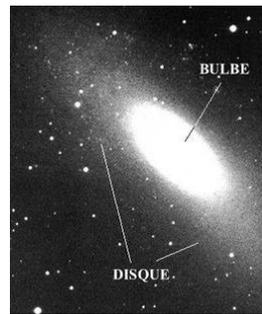
Dans un premier temps, cet ensemble dont les bras se sont effacés reste toutefois fortement contraint par la dynamique de rotation globale et il garde donc, globalement, une forme de disque. Pour la même raison de libre diffusion, son bulbe s'agrandit, mais, comme il n'est pas, lui, contraint par la dynamique du disque, il se gonfle librement dans toutes les directions. Avec un disque dont les bras ont disparu et avec un bulbe hypertrophié, la galaxie spirale s'est ainsi transformée en ce que l'on connaît, effectivement, sous le nom de galaxie lenticulaire, premier temps de la dégénérescence de sa forme.

Dans un second temps, le bulbe et le disque finissent par se mélanger par diffusion progressive des étoiles vers toutes les directions, et ce que l'on obtient alors a la forme connue des galaxies elliptiques.

Ainsi, le stade qui suit la galaxie spirale est normalement celui des galaxies lenticulaires, puis celui des galaxies elliptiques. Il a effectivement été observé que, dans les galaxies elliptiques, les vitesses des étoiles se distribuent d'une façon complètement aléatoire, exactement comme il en va de la vitesse des molécules dans un gaz, et il a aussi été observé que les étoiles des galaxies elliptiques sont des étoiles très âgées, ce qui est en accord avec l'idée qu'elles correspondraient au dernier stade d'évolution des galaxies spirales.

1er stade de la dégénérescence d'une galaxie spirale
 par « diffusion de type gazeux », la galaxie lenticulaire :
 - à gauche, la galaxie lenticulaire Ngc 5102
 - à droite, la galaxie lenticulaire Ngc 5866 entourée d'un vaste système d'amas globulaire d'étoiles

[source : <http://jrosu.club.fr/univers/galaxies/lentic/lentic.html>]



2ème stade de la dégénérescence d'une galaxie spirale
 par « diffusion de type gazeux », la galaxie elliptique :
 Une vue de la galaxie elliptique M32
 [source : <http://apod.gsfc.nasa.gov/apod/ap991103.html>]

Dans une galaxie elliptique, le mouvement des étoiles est aléatoire, contrairement aux galaxies spirales où l'ensemble des étoiles est en rotation.
 Par ailleurs, elles sont constituées de vieilles étoiles, ce qui confirme que cette forme est le résultat d'une longue évolution
 (voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Galaxie_elliptique)



Quant aux amas globulaires qui entourent à distance les galaxies spirales, ils seraient, eux aussi, le résultat de la diffusion « comme gazeuse » progressive de structures plus condensées, probablement des galaxies spirales plus petites et plus anciennes que celles qu'elles cernent maintenant. L'ensemble pourrait être compris comme le résultat de poussées successives : une première génération de petites galaxies organisées en amas aurait vu un plus grand quasar pousser au centre de leur rassemblement et accaparer progressivement la matière qui s'y était déjà formée. Tout le volume interne à l'amas se serait alors vidé pour se concentrer dans le quasar, lequel se serait lui-même transformé ensuite en une grande galaxie spirale. Simultanément, à la périphérie de cet ancien amas, les petites galaxies ayant échappé au quasar restent à former une coque en couronne autour de la grande galaxie centrale, chacune se diffusant lentement dans l'espace tout en perdant sa structure interne.

En cohérence avec cette hypothèse, les observations montrent que les étoiles des amas globulaires sont de très vieilles étoiles, tout comme il en va pour les étoiles des galaxies elliptiques.

Stade ultime de l'évolution
 par « dispersion de type gazeux »
 de petites galaxies spirales :
 les amas globulaires

Ici, l'amas globulaire M80
 [source de l'image : ESA et NASA
<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1999/26/>]



Tous les développements précédents évoquent l'évolution autonome que peut subir une galaxie ou un groupe de galaxies, mais rien ne s'oppose à ce que se surajoutent des collisions et des fusions de galaxies qui accélèrent ou qui altèrent quelque peu cette évolution, donnant notamment naissance, dans le dernier cas, à des galaxies que l'on dit « irrégulières ».

Naissance, vie et mort de la force qui fait tourner les galaxies spirales :

Avant de traiter de ce thème, il apparaît souhaitable de faire une déclaration de principe. Cette déclaration est que, selon mon avis, les forces n'existent pas réellement et ne sont que des notions abstraites, des concepts qui ont été inventés par les humains pour mesurer et pour prévoir l'évolution de certains effets. Dans la réalité, n'existent que des régularités dans le fonctionnement des phénomènes naturels, des régularités qui valent à une certaine échelle de l'univers et dont l'effet ne peut être mesuré que si l'on décide volontairement de découper la réalité, cela afin d'établir des relations quantitatives entre divers de ses aspects que l'on a d'abord séparés de façon discrétionnaire. Ainsi, si l'on dit avec Newton que la force de gravité qui est en jeu entre deux corps est égale à la constante de gravitation multipliée par la masse du premier corps puis par la masse du second, enfin divisée par le carré de la distance qui les sépare, tous les éléments qui interviennent dans cette relation ne sont que des concepts abstraits inventés par les humains : la constante de gravité qui est un nombre adapté « pour que ça marche », la masse de chaque corps qui n'est qu'une façon de dire l'importance relative du « poids » ou de l'inertie que ce corps met en branle, la distance qui les sépare, et enfin la force qui, elle, n'est qu'une grandeur qui permet de comparer l'effet de cette relation à l'effet d'autres relations entre corps, par exemple à l'effet que produisent des charges électriques.

Au lieu de s'en tenir à cette simple relation entre grandeurs utile pour mesurer le comportement des phénomènes, les scientifiques ont eu tendance à traiter les forces comme s'il s'agissait de réalités tangibles, dotées d'une existence propre et indépendante des corps sur lesquels elles s'exercent. Ainsi, la masse serait quelque chose que possède réellement une particule (où, d'ailleurs, à l'intérieur de la particule ?), et les forces seraient des réalités qui rodent dans l'espace vide à la façon des anges, des djinns ou des divers dieux de la nature dans les anciennes religions païennes. C'est ainsi que, au début de l'univers, du moins selon la théorie standard, toutes les forces étaient unifiées en une même entité rodant dans l'espace encore vide de matière, puis, après le Big-Bang, elles se seraient progressivement séparées les unes des autres au fur et à mesure de l'apparition de brisures de symétries successives qui les ont distinguées selon leurs effets et selon leurs portées. Le Graal que s'est donné la science contemporaine n'est autre, d'ailleurs, que de découvrir la relation mathématique qui permettra de décrire le comportement de cette force lorsqu'elle était encore unifiée et dont les brisures de symétrie permettraient de faire découler toutes les forces actuellement existantes.

Identifiant ainsi, d'abord la réalité aux forces, puis les forces aux relations mathématiques qui permettent d'en décrire les effets, et donc la réalité à la mise en acte de ces relations abstraites, beaucoup de scientifiques aboutissent à une conception de type religieux de la création de l'univers, ainsi que l'illustre, par exemple, la question que se pose l'emblématique Stephen Hawking en conclusion de sa « Brève histoire du temps » : « Qu'est-ce donc qui met le feu aux équations et qui engendre un univers pour leur permettre d'avoir quelque chose à décrire ? » (What is it that breathes fire into the equations and makes a universe for them to describe?). Hawking termine son ouvrage en déclarant d'ailleurs carrément, après avoir précisé qu'une théorie unifiée complète n'était « rien d'autre qu'un ensemble de règles et d'équations » (just a set of rules and equations) que, « Si nous réussissions à découvrir une telle théorie complète, . . . ce serait le triomphe ultime de la raison humaine - car, alors, nous connaîtrions la pensée de Dieu » (If we do discover a complete theory, . . . it would be the ultimate triumph of human reason - for then we would know the mind of God).

Hawking n'a pas dérapé dans ces passages. Il se contente d'y tirer toutes les conséquences induites par la conception qu'a bien souvent la science contemporaine du rôle des mathématiques et de la nature des forces : les relations mathématiques ne seraient pas seulement des moyens pratiques pour décrire l'effet produit par les forces, mais elles en seraient la réalité, et elles seraient l'essence même de toute réalité, l'univers existant seulement « pour leur permettre d'avoir quelque chose à décrire ».

Hawking désigne Dieu comme étant le cerveau mathématique qui pense cet ensemble de règles et d'équations et qui en soutient l'existence en y soufflant le feu, mais ce n'est pas le fait de désigner Dieu à cette place qui fait le caractère religieux de cette conception, c'est toute la construction intellectuelle sous-tendue qui identifie le fonctionnement de l'univers à un pur fonctionnement d'équations ou de relations mathématiques, c'est-à-dire à quelque chose qui se pense et qui a donc besoin d'un cerveau penseur pour exister.

En fait, les scientifiques abandonnent maintenant de plus en plus le terme de « forces » pour plutôt parler « d'interactions fondamentales ».

Cela identifie d'emblée la réalité aux relations mathématiques qui décrivent ces interactions, et cela ne change rien au caractère magique de cette conception, dès lors du moins que l'on suppose, avec la théorie standard, que, pendant « l'ère de Plank » qui débuta le Big-Bang, une interaction unifiée a pu exister avant que n'existent les particules de matière et de rayonnement, c'est-à-dire avant d'avoir eu quoi que ce soit à « mettre en interaction ». Il n'y a pas de différence conceptuelle fondamentale, en effet, entre une force unifiée qui ne s'applique sur rien puis se brise en de multiples forces, et une interaction unifiée qui ne met rien en relation puis se subdivise en de multiples interactions.

La recherche de la force unifiée originelle (ou de l'interaction unifiée originelle, donc, mais par souci de lisibilité, on emploiera dans la suite le terme de force plutôt que celui d'interaction) bute sur la difficulté à réconcilier la gravité avec les autres forces, ce qui est généralement admis, mais elle bute aussi sur une notion seulement implicite qu'il apparaît utile de souligner : si la force est une réalité qui rode dans l'espace à partir du corps qui l'émet et selon une certaine portée, son champ d'action ne saurait avoir de trou que la force pourrait franchir sans s'y exercer.

Ainsi, le centre des galaxies spirales répond bien aux lois de l'accélération gravitaire, mais, au-delà du bulbe central, la vitesse de la galaxie reste quasi-uniforme, sans diminuer progressivement comme elle le devrait au fur et à mesure que l'on s'éloigne de son centre. Comment donc expliquer ce mouvement à vitesse constante de l'essentiel de la galaxie ? La gravité, malgré sa portée infinie, n'y fonctionne apparemment pas, et, quand on conçoit une force comme une réalité qui rode dans l'espace tout autour de la cause qui l'émet, on ne peut imaginer qu'une autre force spécifique existe qui vaudrait autour de la galaxie mais pas à son centre. Une force qui ne serait pas de portée infinie, qui ne serait pas, non plus, de courte portée, qui vaudrait seulement au-delà du bulbe de la galaxie et qui s'évanouirait soudain à sa périphérie.

Dans notre hypothèse, il est supposé qu'une force n'a pas de réalité, que rien ne rode dans le vide que l'on pourrait qualifier de force ou d'interaction, et qu'il existe seulement des régularités que l'on peut mesurer qui ne valent qu'à l'intérieur du phénomène soumis à cette régularité, peu importe que ce phénomène s'étende dans un volume continu en tous sens, qu'il ne s'étende que dans les franges discontinues d'un autre phénomène, ou encore qu'il s'étende dans un volume troué, équivalent, par exemple, à celui d'un tore.

Ce qui se passe dans le bulbe d'une galaxie spirale ne serait donc pas ce qui se passe dans le reste de cette galaxie. Cela ne pose pas de problème dans le cadre de notre explication, ainsi qu'on va l'envisager maintenant après cette déclaration de principe que l'on termine ici, et, pour qui souhaite davantage de développements sur la notion de force, on renvoie au texte en appendice : « [Comment naît une force](#) ».

Dans notre conception des forces, l'idée principale est que, pour qu'une régularité puisse être caractérisée par une force que l'on peut mesurer et calculer, il faut qu'elle se soit généralisée sur un nombre suffisamment d'échelles, idéalement en nombre quasi-infini, afin que ces échelles soutiennent simultanément l'effet de cette régularité et qu'elles lui permettent de s'affranchir de tout ce qui pourrait la perturber et l'empêcher de fonctionner.

Nécessairement, du moins selon notre conception qui veut que les forces ne préexistent pas mais qu'elles doivent d'abord naître puis se développer progressivement dans l'univers, une force est une régularité qui naît à la plus petite échelle possible de son domaine d'action, puis qui étend son fonctionnement dans un volume de plus en plus grand d'univers.

Selon notre hypothèse, on l'a vu, la force de gravité est indissociable de la pulsation équilibrée des ondes d'espace, et sa régularité s'est donc établie au fur et à mesure que les ondes d'espace ont régularisé leur pulsation sur des échelles de plus en plus grandes de l'univers. S'il y a une force dont on pourrait dire qu'elle rode partout dans l'univers, c'est bien celle-là, et uniquement celle-là, puisqu'elle correspond à une régularité du fonctionnement « à vide » des ondes d'espace, c'est-à-dire avant même qu'elles ne soient occupées par de la matière, et qui vaut même si elles ne sont pas encombrées par la présence de matière. Cette régularité que l'on appelle gravité, que l'on a déjà envisagée rapidement (chapitre 1-4) et que l'on envisagera plus tard de façon plus précise (chapitre 3-6-1), résulte du fait que les ondes d'espace sont à surface constante et que toute déformation qui les affecte les oblige donc à se tasser les unes contre les autres.

Pour nous, cette force se distingue donc radialement des autres forces pour deux raisons que l'on rappelle : elle est un aspect du fonctionnement des ondes d'espace et existe partout dans l'espace, d'autre part, puisqu'elle préexistait à la matière, elle n'a pas eu à naître puis à s'étendre au fur et à mesure de l'apparition et de l'organisation de la matière, contrairement à ce qui vaudra pour les autres forces.

La gravité vaut partout où il y a de l'espace, donc aussi bien dans le bulbe central d'une galaxie spirale qu'à l'intérieur de ses bras, mais rien n'empêche qu'une autre force se combine à elle et ne vaille que pour l'intérieur des bras, pas pour le bulbe.

On y vient, donc.

À l'occasion des 8 premières étapes que nous avons analysées, on a vu les plis des ondes d'espace s'organiser progressivement en tourbillons en hélice d'hélice filant à la vitesse de la lumière, et on a envisagé que cette régularité d'organisation avait gagné des échelles de fonctionnement de plus en plus grandes, de telle sorte qu'elle a commencé à l'échelle infinitésimale des neutrinos pour prendre, à des échelles gigantesques, la forme des jets de quasars.

Puis, on a dit qu'une cassure s'était faite dans le développement de cette forme, et donc de la force qui permet aux jets de pousser dans l'espace, car les déformations de l'espace se sont trouvées trop rares pour alimenter ces monstres qui ont dû, progressivement, « se dégonfler ». D'un côté, à petite échelle, les organisations en hélice d'hélice ont continué à augmenter leur complexité, ce que l'on verra à l'occasion des huit prochaines étapes, tandis que, à grande échelle, on a analysé comment l'organisation des quasars a commencé à régresser, au fur et à mesure que « leur force les lâchait ».

En fait, lorsque les jets du quasar filaient en ligne droite, la force qui les obligeait à filer ainsi n'était autre que la force très ancienne de la vibration des ondes d'espace, laquelle s'était organisée de façon spécifique pour éjecter au mieux et au plus vite les plis qui les encombraient. Cette force n'a pas de nom. On peut l'appeler, par exemple, la force de quasar, et l'on rappelle que ce n'est pas une force qui pousse la matière à avancer en ligne droite à la vitesse de la lumière, mais que c'est une force qui récapitule le fait que la matière, lorsqu'elle germe à l'intérieur d'un quasar, se forme en organisant des plis de déformation des ondes d'espace qui allaient déjà en ligne droite à la vitesse de la lumière avant même d'être incorporés dans des particules de matière.

Vient donc le moment où les quasars n'ont plus assez de déformations à évacuer pour soutenir leur organisation sur toutes les échelles, soit qu'ils se soient révélés trop efficaces, soit qu'il n'y ait plus effectivement qu'un nombre raréfié de déformations à évacuer.

Très normalement, c'est d'abord à la plus grande échelle de sa forme que l'effondrement de son organisation va se matérialiser, puisque c'est à cette échelle-là qu'elle n'est pas consolidée et soutenue par des échelles plus grandes imprimant un effet de consolidation redondant sur les échelles inférieures. On a vu que les quasars avaient commencé à se casser dans les bouts, donnant naissance à des galaxies spirales barrées, puis que le mouvement de giration amorcé aux extrémités avait progressivement gagné toute la galaxie sur un bon nombre de ses échelles de grande taille, la transformant ainsi en galaxie spirale. C'est à ce stade-là que les bras de la galaxie spirale tournent « à vitesse constante ».

La force qui fait alors tourner la galaxie est une force composite qui combine trois tendances qui ont régularisé leurs interactions sur un nombre suffisant de grandes échelles. D'abord, il y a toujours la force de quasar qui force à aller droit devant à la vitesse de la lumière, puis il y a l'effet de la raréfaction des déformations qui force à ne s'éloigner que lentement de la source du quasar, enfin, il y a l'effet de la gravité qui tend, lui aussi, à retenir la matière plutôt vers le centre de la galaxie. Le fait de tourner en rond à vitesse constante est alors le compromis trouvé entre ces diverses tendances, dont l'une consiste donc à quitter le plus vite possible et à vitesse constante la source de l'ancien quasar qui est au centre de la galaxie, l'autre qui consiste à ne pas disperser trop vite dans l'espace ce qui part de cette source maintenant raréfiée, et la dernière qui consiste à attirer vers le centre tout ce qui se trouve dans la galaxie.

La 2ème de ces composantes est, en fait, une réaction des échelles inférieures du quasar, celles qui ont su adapter leur fonctionnement à la raréfaction des déformations. Comme les formes de ces échelles gardent une organisation cohérente, elles résistent, elles ne se disloquent pas, ce qui a comme conséquence, à grande échelle, de se matérialiser par le fait global que les déformations compensent leur raréfaction par le ralentissement de leur dispersion à partir du centre galactique. Au lieu de s'éloigner de lui en ligne droite, elles le font donc en courbant leur trajectoire et s'en écartent ainsi moins vite, même si elles circulent toujours à la vitesse de la lumière. La gravité donne ensuite le coup de pouce qu'il faut pour que la courbure de leur trajectoire s'approche du cercle. Enfin, aux échelles infinitésimales, ainsi qu'on le verra dans les chapitres suivants, l'organisation de la matière fait patiner sur place les déformations dans des boucles fermées réduisant globalement la vitesse de la lumière des déformations individuelles à un mouvement moyen qui, considéré à grande échelle, sera finalement celui du mouvement de rotation de la galaxie.

Pour obtenir sa régularité, la force composite qui fait tourner en rond la galaxie a dû se généraliser sur un nombre suffisant des échelles de la galaxie. Faut de mieux, on pourra l'appeler la force de rotation de la galaxie.

Tout comme la force de quasar s'était évanouie progressivement, cette force de rotation de la galaxie s'est trouvée, elle aussi, progressivement limitée. Aux échelles moyennes, elle s'est complètement évanouie et ne vaut plus pour décrire le mouvement des planètes autour des étoiles. Dans le bulbe central de la galaxie, affaiblie par le tarissement de sa source qui n'entraîne plus suffisamment de déformations pour conserver les conditions du compromis passé avec la force de gravité, elle s'est aussi totalement effondrée et la gravité, désormais sans concurrence, a fini par y régulariser toute seule le mouvement.

Mangée, donc, par ce qui se passe aux moyennes échelles dans tout le volume de la galaxie, et mangée par la gravité dans son bulbe central, très normalement, la vitesse constante ne se repère plus qu'à grande échelle et dans les bras de la galaxie spirale.

Le temps passant, cette force finira par s'évanouir complètement : le bulbe, puis les bras spiraux, se disperseront progressivement dans l'espace, de la même manière que le fait un gaz, transformant, comme on l'a vu, la galaxie spirale en galaxie lenticulaire puis en galaxie elliptique dans laquelle toute notion de rotation d'ensemble aura perdu son sens.

Dernière mise à jour de ce texte : 11 novembre 2009

([suite : lien vers les étapes 9 à 16 suivantes](#))

(lien vers l'appendice « [Comment naît une force](#) »)

([lien de retour vers le plan du texte complet de présentation de l'hypothèse](#))

([lien vers la 1ère partie de l'hypothèse](#))

([lien vers la 3ème partie de l'hypothèse](#))