

En attendant le boson de Higgs

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

(de la 9ème à la 16ème étape)

([lien vers les étapes 1 à 8](#))

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

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

2-9- la 9ème étape du cycle de formation de la matière : naissance des neutrinos

Après avoir envisagé les formes de grande échelle, on en revient à l'infinitésimal.

À cette échelle, la forme en hélice d'hélice a été capable de prendre en charge de façon optimale le flot des déformations surgissant du vide dans toutes les directions, mais, comme ce flot ne cesse d'augmenter, cette forme n'a plus maintenant le temps de se former sur une échelle d'hélice encore supplémentaire. Le plus expéditif des moyens pour faire face à cette nouvelle hausse du débit est alors, tout simplement, de débiter des morceaux d'hélice d'hélice à la queue leu leu, chacun d'eux correspondant à la plus grande taille d'enroulement trouvant le temps de s'organiser.

À quel niveau exactement de l'hélice en hélice d'hélice ces coupures vont-elles s'opérer ? Impossible à dire. On supposera seulement que le nombre d'échelles conservées à l'intérieur de chaque morceau est suffisant pour permettre à ce dernier de tenir sur les ondes d'espace, c'est-à-dire pour lui permettre de ne pas se défaire tout seul au cours de sa fuite sans fin à la vitesse de la lumière.

Ainsi qu'on l'a supposé, le flux des déformations, depuis quelques étapes, s'est concentré en larges colonnes partant en sens inverses et qui correspondent aux jets symétriques des quasars.

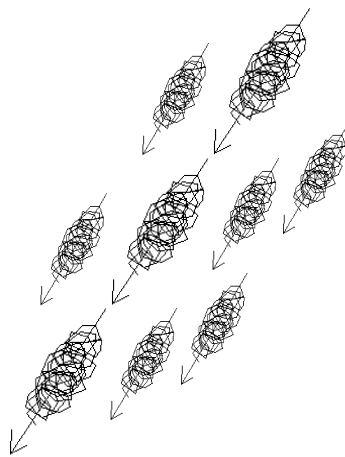
On suppose donc que, à partir de la 9ème étape, chacun des jets du quasar est désormais débité en une multitude de fragments entortillés en hélice d'hélice et coupés les uns des autres.

Occasionnellement, ces entortillements vont se séparer complètement les uns des autres et continuer isolément leur vie, filant dans l'espace à la vitesse de la lumière. On suppose que de telles unités isolées sont ce que nous désignons habituellement « les neutrinos », lesquels sont des particules de taille infinitésimale, électriquement neutres, et filant à la vitesse de la lumière.

Cette séparation en particules complètement isolées n'est toutefois pas représentative de cette étape car, du fait de leur naissance à l'intérieur même du quasar, ce que l'on doit imaginer est plutôt un débit continu d'entortillements séparés se suivant quasiment l'un l'autre au touche à touche, la construction de l'enroulement en hélice d'hélice d'un neutrino commençant au moment même où la force du débit des déformations empêche le précédent d'avoir le temps de grossir sur une échelle d'hélice supplémentaire.

*9ème étape du cycle de formation
de la matière :
l'hélice en hélice d'hélice continue du
quasar se décompose maintenant en
entortillements séparés les uns des autres,
correspondant à la plus grande échelle où
la continuité du mouvement en hélice d'hélice
a réussi à se trouver.*

*C'est la naissance des premières
particules, les neutrinos*



Selon notre hypothèse, il n'y a aucune difficulté à ce que les neutrinos n'aient pas de charge électrique : puisqu'ils naissent dans une situation qui ne connaît pas encore la force électromagnétique, il n'y a aucune raison pour que leur structure les prépare spécialement à être sensibles à cette force.

Par contre, puisqu'ils sont faits d'entortillements d'ondes d'espace et que la déformation de ces ondes occasionne un « chiffonnage » de l'espace, donc un effet de gravité, il est normal qu'ils soient sensibles à la gravité et qu'ils génèrent eux-mêmes un effet de gravité. Ce qui implique que les neutrinos doivent avoir une masse, même si elle est très faible, ce que des expériences récentes semblent, d'ailleurs, avoir confirmé.

Les observations ont montré qu'il existe, en fait, trois familles de neutrinos, celle des neutrinos « électroniques » qui correspond aux neutrinos les plus courants, mais aussi celle des neutrinos « muoniques » et celle des neutrinos « tau ».

Il est supposé, ici, que ces trois familles correspondraient à trois types d'entortillement des mêmes quantités de déformations, chacun de ces types correspondant aux conditions de sévérité régnant au moment de leur formation. Les plus « gros », les tau, seraient produits par les conditions les plus sévères, et ils seraient en conséquence les plus entortillés et les plus compacts. Après, viendraient les neutrinos muoniques, puis, enfin, viendraient les plus courants, les neutrinos électroniques.

On suppose aussi que, dans certaines conditions, par exemple lorsque la pression de leur environnement se modifie, les plus compacts des neutrinos pourraient se desserrer et muter alors dans le type de densité inférieure. C'est ainsi, par exemple, qu'une certaine quantité des neutrinos muoniques s'échappant du soleil se transformeraient en neutrinos électroniques avant d'être captés sur terre, ainsi que cela a été observé dans des expériences récentes qui ont conduit les scientifiques à accepter ce qu'ils appellent « l'oscillation des neutrinos ».

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Des conditions de naissance des neutrinos dans le quasar, on a dit qu'il s'agissait d'une sorte de « débitage » du flux continu du quasar en une infinité d'entortillements compacts, à la fois coupés les uns des autres et voyageant groupés « au touche à touche ».

Puisque le flux du quasar reste bien compact, il reste continu, mais il est désormais débité en entités distinctes les unes des autres et il est donc simultanément coupé. Le flux du quasar étant simultanément continu et coupé, on peut dire de la dynamique de cette 9ème étape qu'elle fonctionne, par conséquent, avec du « continu / coupé ».

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans le cas du cycle de référence qui voit un fluide tourbillonner de façon de plus en plus énergique, ce qui se produit à la 9ème étape se passe exactement comme pour le quasar. À l'étape précédente, un tourbillon en spirale s'était formé qui disposait de la propriété d'être autosimilaire à lui-même sur une infinité d'échelles. Tout comme se casse, à une certaine échelle, l'hélice en hélice d'hélice du quasar, la spirale du tourbillon ne parvient pas à rester continue sur une échelle de taille supplémentaire, et elle se casse alors en morceaux de spirales qui sont coupés les uns des autres par des sens de rotation alternés et qui se succèdent en continu les uns derrière les autres.

Une telle chaîne de tourbillons alternés à la queue leu leu s'appelle « une allée tourbillonnaire de von Karman ».

9ème étape du cycle de référence :

une allée tourbillonnaire de von Karman en avant d'un cylindre. Les tourbillons spiralants forment une chaîne continue tout en étant complètement coupés les uns des autres par des sens de rotation opposés



[d'après un cliché S. Taneda, Université de Kyushu (tiré de M. Van Dyke- 1982)
extrait de "La Turbulence" de Marcel Lesieur aux Presses Universitaires de Grenoble]

2-10- la 10ème étape du cycle de formation de la matière : naissance des quarks

La densité des déformations des ondes d'espace augmente à nouveau d'un cran, générant la formation de neutrinos toujours plus nombreux, et la poussée de leurs naissances en troupeau inorganisé génère maintenant un embouteillage par lequel ils se bousculent et ils se gênent en permanence.

Il va donc falloir, face à cette situation beaucoup trop embouteillée pour évacuer efficacement les déformations, que ce troupeau de neutrinos trouve une façon de circuler de façon plus organisée et plus « fluide ». Pour des neutrinos à la queue leu leu, l'organisation régulière la plus simple de leurs trajets « à la fois continus et embouteillés » consiste à les faire tourner en rond les uns derrière les autres.

Pour ainsi tourner en rond, les neutrinos vont s'organiser à plusieurs pour former ce que l'on peut convenir d'appeler des tourbillons de neutrinos, ces tourbillons satisfaisant les deux aspects de la nouvelle situation dans laquelle cela doit continuer en continu et sans entrave, toujours à la vitesse de la lumière, et dans laquelle cela doit quelque peu rester sur place puisqu'il y a réellement un embouteillage dont les neutrinos ne peuvent pas s'extraire à cette vitesse-là.

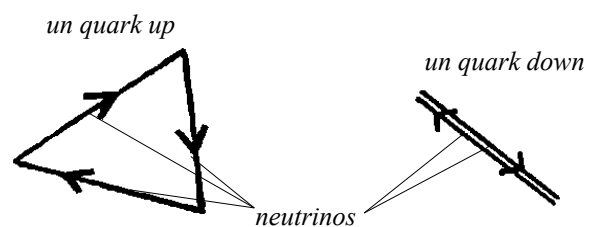
Toutefois, il ne faut pas imaginer que ces tourbillons auront les formes circulaires que nous connaissons pour les tourbillons fluides qui contiennent, chacun, des milliards de molécules. Les neutrinos qui sont déjà « à la queue leu leu », vont seulement se grouper à quelques-uns pour tourner en boucle les uns derrière les autres, et seulement selon des figures stables qui ne pourront pas être déformées ou brisées.

Des organisations stables de neutrinos tournant en boucle fermée, il n'y a pas trente six façons de les imaginer, il n'y en a que deux : soit ils s'organisent en circuit à trois neutrinos, formant alors un triangle isocèle indéformable, soit ils s'organisent en couple « aller-retour », étant bien souligné que, même si, dans les situations limites, ces boucles de neutrinos peuvent être amenées à faire du sur place, à leur intérieur, les déformations qui forment chaque neutrino continuent à toujours circuler à la vitesse de la lumière.

Les boucles de trois neutrinos, on suppose qu'elles correspondent à ce que nous appelons habituellement les quarks « up », tandis que les boucles de deux neutrinos correspondraient, elles, aux quarks « down ». Pour rejoindre la façon habituelle dont la formation de l'univers est décrite, on dira que ce stade correspond à celui de la « soupe de quarks », un stade où ceux-ci ne sont pas encore assemblés pour construire des noyaux atomiques. Toutefois, à la différence de la théorie habituelle qui envisage que cette « soupe » (ou plasma) serait faite de quarks et de gluons, rien ici n'amène à mélanger quoi que ce soit avec les quarks.

10ème étape du cycle de formation de la matière :

les neutrinos s'assemblent en boucles fermées, par 3 (quarks up) ou par 2 (quarks down)



À l'occasion de l'étape précédente, on avait vu que, selon les conditions plus ou moins énergiques de leur naissance, les neutrinos pouvaient être différemment compactés. On doit donc penser que chacun des trois types de neutrinos donne l'occasion de former trois types différents de quarks up ou down, ainsi que l'indique d'ailleurs la théorie standard actuelle.

Dans la suite du texte, on considérera seulement le type « usuel », celui des neutrinos électroniques dont l'agencement donne les types usuels de quark qui sont dits up et down. L'agencement par trois ou par deux de neutrinos muoniques donnerait les quarks dits « charme » ou « étrange », tandis que l'agencement similaire de neutrinos tau donnerait les quarks dits « top » ou « bottom ».

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Dans chacun des quarks, les neutrinos forment des entités indépendantes. Pourtant, ils sont associés en des boucles qui les tiennent ensemble, ce qui permet aussi de dire qu'ils sont complètement liés les uns aux autres.

On peut donc dire de la dynamique de cette 10ème étape qu'elle fonctionne avec du « lié / indépendant ».

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans le cycle de référence correspondant au fluide qui tourbillonne de façon de plus en plus impétueuse, les amorces de tourbillons en spirale attachés l'un derrière l'autre dans une allée de von Karman vont se mettre, eux aussi, à tourner en rond. Toutefois, ils ne vont pas s'associer à plusieurs comme dans les quarks, mais, au contraire, ils vont s'isoler les uns des autres. Cependant, ils resteront fortement liés les uns aux autres, cela par le moyen d'un flux dynamique assez informel qui passera entre chacun d'eux, lequel flux leur distribuera au passage le dynamisme nécessaire à l'entretien de leur rotation.

Isolés, et donc autonomes, mais liés entre eux par ce flux continu, les tourbillons ronds caractéristiques de la 10ème étape du tourbillonnement fluide correspondent eux aussi, par conséquent, à une dynamique à l'intérieur de laquelle ils sont simultanément liés et indépendants.

10ème étape du cycle de référence :

les tourbillons tournent maintenant en rond sur eux-mêmes. Entre ces noyaux, le fluide circule de façon non structurée en transportant le dynamisme qui les fait tourner



2-11- la 11ème étape du cycle de formation de la matière : naissance des noyaux atomiques

À l'étape précédente, les neutrinos se sont assemblés par deux ou par trois pour former des boucles planes fermées, les quarks.

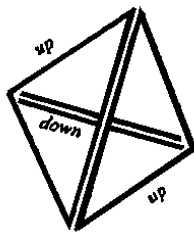
Très normalement, pour mieux organiser encore ce tourbillonnement des neutrinos, on suppose que l'étape suivante consistera à grouper, à leur tour, ces quarks à plusieurs par le moyen de structures qui ne sont plus seulement planes mais tridimensionnelles. Ces structures tridimensionnelles, formées de l'assemblage de plusieurs quarks, correspondront alors à ce que l'on appelle, habituellement, un noyau atomique.

Une seule structure « minimale » stable peut être formée par un assemblage de quarks : c'est un tétraèdre, dont deux faces sont occupées par deux quarks up et dont la dernière arête est formée par un quark down. On propose que cette structure correspond à ce que l'on appelle un proton.

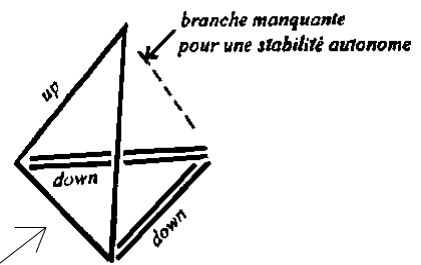
Deux quarks down peuvent aussi se grouper avec un quark up, mais il manque alors une arête pour que cette structure, si elle est isolée, soit indéformable et donc stable. On propose de considérer qu'elle correspond à ce qu'on appelle un neutron. Un neutron est stable lorsqu'il est accolé à la structure d'un proton dans un noyau atomique, mais, lorsqu'il est seul, il se révèle effectivement instable et se transforme spontanément en proton, en un quart d'heure environ.

11ème étape du cycle de formation de la matière :

création des protons,
chacun formé de
2 quarks up et
de 1 quark down



et des neutrons,
chacun formé de
2 quarks down et
de 1 quark up



L'avantage que procure cet accolement des quarks est une circulation globalement plus compacte, et l'absence de gêne mutuelle des divers tourbillons que constituent les divers quarks. Cet avantage, cette plus grande efficacité globale de leurs assemblages en protons et en neutrons par rapport à la situation du libre vagabondage des quarks isolés, est ce qui les retient assemblés et qui correspond donc à ce qu'on appelle usuellement la « force nucléaire forte ».

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Dans cette situation, le remarquable est que les différents quarks ne fusionnent pas pour en générer des plus gros contenant chacun davantage de neutrinos, mais qu'ils restent distincts et autonomes les uns des autres. Les structures tridimensionnelles que forment les protons et des neutrons ont donc la particularité de grouper plusieurs unités individuelles de même type (des quarks), tout en les gardant bien distinctes, et donc différentes les unes des autres. Puisque « différents mêmes quarks » forment ensemble un proton ou un neutron, on peut dire de la dynamique de cette 11ème étape qu'elle fonctionne avec du « même / différent ».

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

À la même étape du cycle de référence correspondant au fluide qui tourbillonne de façon de plus en plus énergique, le même surcroît d'efficacité s'obtient là aussi par l'accolement compact des tourbillons ronds précédemment isolés. Désormais, ils s'assemblent par paires de tourbillons qui tournent dans le même sens. Là aussi, on retrouve donc un assemblage de « mêmes » tourbillons qui restent bien distincts, bien « différents » l'un de l'autre, puisqu'ils se refusent à fusionner pour faire ensemble un plus gros tourbillon.

11ème étape du cycle de référence :

*les tourbillons se rapprochent
l'un de l'autre, puis ils s'apparient
en paires de tourbillons
tournant dans le même sens sans
jamais fusionner ensemble*



image utilisée : simulation numérique de turbulence bidimensionnelle

[d'après un cliché M. Farge (Paris), extrait de "La Turbulence" de Marcel Lesieur aux Presses Universitaires de Grenoble]

2-12- la 12ème étape du cycle de formation de la matière : naissance de l'électron et des charges électriques

Nous en arrivons donc à la dernière étape de la formation de la matière dans l'espace, puisque les quatre suivantes ne serviront qu'à rendre cette construction indestructible dans le temps.

C'est la dernière, tout simplement parce que cela ne pourra pas aller plus loin, et si cela ne pourra pas aller plus loin c'est que, en fait, cela va déjà trop loin. Trop loin, parce que les ondes d'espace avaient déjà accepté de subir le maximum des déformations qu'elles pouvaient supporter, de telle sorte que l'accroissement de déformation qui leur est maintenant infligé les force à réagir, à refuser tout net ce nouvel accroissement, et l'innovation de cette 12ème étape consistera précisément en l'organisation du refus des ondes d'espace de se laisser déformer davantage.

Trop, c'est donc trop. Désormais, les déformations qui circulent de façon très organisée sous forme de protons tirent trop sur les ondes d'espace qu'elles chevauchent, d'autant que, puisque l'organisation des protons est un moyen de faire tourner les déformations en boucle fermée, les ondes d'espace ne peuvent plus s'en débarrasser en les refilant à leurs voisines. Alors, par réaction, faute de pouvoir encore se débarrasser des déformations en les évacuant, les ondes d'espace vont exercer sur elles une force de rappel qui prendra la forme d'un redressement global et d'un coup de l'ensemble des ondes malmenées par un même proton.

Cette réaction de redressement des ondes d'espace, tirant pour cela en sens exactement inverse à la déformation globale que leur impose la présence d'un proton, c'est la définition que l'on propose pour l'effet électrique de sens négatif. Par symétrie, la force globale avec laquelle les protons tirent à l'excès sur les ondes d'espace qu'elles déforment, on propose d'y voir l'effet électrique positif.

Excès de déformation dans un sens et déformation exactement inverse neutralisant la précédente, voilà ce qui va donc constituer le nouvel aspect de la pulsation des ondes d'espace : quand le proton tire les ondes dans le sens électrique positif, les ondes tirent dans le sens électrique négatif inverse, et cette pulsation est nécessairement centrée sur le proton puisqu'il est le centre des déformations qui perturbent les ondes d'espace à l'excès. À la fin de ce chapitre 12, dans le texte « Sur la nature de la déformation électrique », on verra ce qu'il faut entendre exactement par « à l'excès ».

Dans certaines circonstances propices, les ondes d'espace ne vont pas se contenter de neutraliser spontanément les déformations électriques que leur inflige un proton, mais elles sauront lui retourner des « contre-déformations » pulsées avec constance et régularité en générant un contre-tourbillon permanent qui sera, très normalement, centré sur le proton. Ce contre-tourbillon permanent qui va pulser des ondes électriques négatives de contre-déformations annulant exactement les ondes électriques positives de déformation pulsées par le proton, on fera ici l'hypothèse qu'il correspond à l'électron.

Dans cette hypothèse, donc, l'électron n'est pas pensé comme « en orbite » autour d'un « noyau » que constituerait un proton, mais on imagine, au contraire, qu'il prend naissance et demeure normalement au centre même du proton. Cela fait bien longtemps, d'ailleurs, que les physiciens ont dû admettre que la rotation d'un électron autour d'un noyau n'avait pas de sens, car sa nécessaire perte progressive d'énergie l'amènerait rapidement à s'écraser sur le noyau. De leur côté, les calculs quantiques concluent que la position la plus stable et la plus fréquente de l'électron, en termes statistiques, est au centre exact de l'atome. Sur ce point, notre hypothèse est donc en parfait accord avec la théorie quantique.

*Représentation de la probabilité de présence
de l'électron au centre de l'atome d'hydrogène*

[<http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:HAAtomOrbitals.png>]



Quelle forme a-t-il, l'électron ?

Peut-être aucune forme bien précise, juste une forme de « tourbillon ». Rien ne nous permet d'en dire davantage.

Dans un chapitre ultérieur ([3ème partie](#), au chapitre 3-5 sur la question de l'antimatière) on examinera dans quelles conditions précises les ondes d'espace disposent de l'énergie suffisante pour générer un électron au centre d'un proton, et pourquoi il ne suffit pas que l'électron soit éjecté d'un proton pour qu'elles soient en mesure d'en susciter un nouveau pour le remplacer. On peut aussi renvoyer au chapitre 11 de « [L'essentiel de l'hypothèse](#) » où l'essentiel de cette explication a déjà été donné.

À l'issue de cette 12ème étape, nous disposons donc désormais de la combinaison d'un proton et d'un électron, chacun pulsant un effet électrique de sens inverse.

C'est bien tout ce qu'il nous fallait pour faire de la matière, puisque cette combinaison n'est autre que ce qui forme l'atome de matière le plus simple, celui de l'hydrogène léger.

Sur les champs électriques

Avant de passer aux étapes suivantes qui rendront irréversible cette construction d'un atome, quelques mots sur le fonctionnement de l'effet électrique qui vient de naître avec l'électron.

Lorsque l'électron est précisément au centre de l'atome, il tire sur les ondes d'espace de la même valeur exactement que le proton qui les déforme, mais en sens inverse.

Dans cette situation, les ondes d'espace sont en équilibre, et l'on dit alors de l'atome qu'il est « électriquement neutre ».

Si l'électron vient à être chassé du proton, à être évacué hors de lui, le proton deviendra ce que l'on nomme un ion, dans ce cas, un « cation », et il tirera dans le sens positif sur les ondes d'espace, lesquelles seront alors mal à l'aise dans tout le volume environnant le proton. Isolé à l'extérieur du proton, l'électron deviendra, lui aussi, une gêne pour la pulsation normale des ondes d'espace, puisqu'il tirera sur elles dans tout le volume l'environnant, cette fois dans le sens négatif. Cette gêne « positive ou négative » ressentie par les ondes d'espace tout autour des charges électriques, et ressenties d'autant plus fortement que les charges sont proches, nous y voyons ce que l'on appelle usuellement les champs électriques.

Au passage, on souligne que ces champs électriques ne sont donc pas des propriétés intrinsèques aux protons et aux électrons, puisqu'ils sont seulement la conséquence induite par l'effet qu'ils produisent sur les ondes d'espaces. Les propriétés des champs électriques sont ainsi, et avant tout, des propriétés du fonctionnement des ondes d'espace, de leur capacité à se laisser déformer, mais également de leur capacité à réagir à ces déformations lorsqu'elles sont excessives. À la fin de ce présent chapitre, on envisagera en quoi ces déformations diffèrent de celles qui causent la gravité, d'abord en examinant pourquoi elles sont « excessives » alors que celles qui provoquent la gravité ne le sont pas (dans le texte « Sur la nature de la déformation électrique »), puis, en examinant ce que cela entraîne comme différence de propriétés entre les effets de la gravité et les effets de l'électricité (dans le texte « Différences entre électricité et gravité »).

Un proton ou un électron dérangent donc les ondes d'espace, mais deux protons ou deux électrons au voisinage l'un de l'autre les dérangeront d'autant plus. Très normalement, à la faveur de leurs pulsations, et pour se soulager tant qu'elles le peuvent de ces dérangements cumulés, les ondes d'espace vont alors les écarter l'un de l'autre. On dira que deux charges électriques de même signe se repoussent, mais, en fait, ce sont les ondes d'espace qui les repoussent.

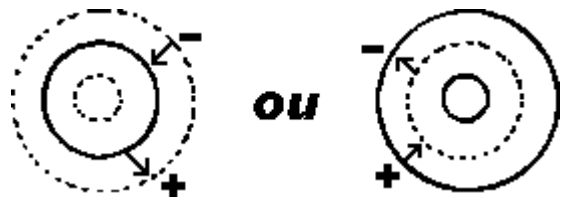
À l'inverse, un électron et un proton au voisinage l'un de l'autre seront attirés l'un vers l'autre par les réarrangements progressifs de leurs positions relatives qu'opéreront les ondes d'espace, puisqu'elles seront d'autant moins dérangées qu'ils seront proches l'un de l'autre. On dira que deux charges électriques de signes contraires s'attirent réciproquement, mais, en fait, ce sont les ondes d'espace qui les rapprochent l'une de l'autre.

Dans la [3ème partie](#), au chapitre 3-2-5, on reviendra sur cette question de la répulsion et de l'attraction électrique.

Si l'électricité correspond bien au phénomène que l'on vient de proposer, elle correspond donc à une réaction d'ondes. Rien d'étonnant, alors, à ce que l'électricité se manifeste par des mécanismes ondulatoires, et notamment qu'il provoque des interférences, comme il en va pour toutes les ondes. Ce point n'a donc pas besoin d'être développé, et l'on soulignera seulement que cette hypothèse n'a pas besoin que les ondes électriques se propagent dans un éther quelconque, même très tenu : ce sont les ondes d'espace elles-mêmes qui subissent la gêne que leur occasionne la présence de particules chargées et qui y réagissent en diffusant et en étalant leur réponse autour de la particule qui les agresse.

*12ème étape du cycle de formation de la matière :
la pulsation électrique des ondes d'espace dans un atome.*

*Le proton et l'électron tirent à l'excès et de façons
contraires sur les ondes d'espace, générant un
fonctionnement centre-périphérie qui manquait encore
à la structure tridimensionnelle créée à l'étape précédente.*



On verra bientôt, dans le texte « sur la nature de la déformation électrique », que l'effet électrique positif du proton consiste à arracher des quanta de surface aux ondes d'espace (« + » et lignes pointillées sur les croquis ci-dessus), ce qui implique que l'électron négatif, en sens inverse, leur permet de récupérer ces mêmes quanta (« - » et lignes continues sur les croquis ci-dessus). Ces deux effets contraires peuvent agir chacun dans les deux sens, soit lors de la contraction des ondes, soit lors de leur expansion, ainsi que le suggèrent les croquis ci-dessus. On verra plus tard que ces deux cas de figure correspondent, en fait, à des particules aux spins inverses.

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

À cette 12ème étape, le proton fonctionne donc désormais comme un organisme doté d'un intérieur, puisque, précisément, il contient un électron à l'intérieur de lui. Surtout, la présence de cet électron l'amène à échanger des déformations électriques depuis cet électron à l'intérieur de lui jusqu'à son extérieur le plus lointain, et cela sans qu'aucun effet de frontière n'empêche cette interaction de son intérieur avec son extérieur. Cette interaction incessante entre l'intérieur et l'extérieur du proton nous amènera à caractériser cette étape comme celle d'une dynamique fondamentalement basée sur le conflit « intérieur / extérieur ».

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

À la même étape du cycle de référence correspondant au fluide qui tourbillonne de façon de plus en plus énergique, vient maintenant le moment où des tourbillons fonctionnent en sens inverses l'un de l'autre. Ils s'organisent alors à l'intérieur d'une même entité globale, munie d'un intérieur bien repérable, et dont la frontière est pourtant traversée par une dynamique qui la relie complètement à l'extérieur.

Ainsi, l'image suivante montre un grand tourbillonnement en train de s'enfermer dans la coquille qui se forme en bas à gauche de l'image, laquelle comporte à son intérieur deux plus petits tourbillonnements qui tournent en sens inverses l'un de l'autre. Cette différence de sens est traduite par leurs couleurs différentes, jaune pour celui de droite, bleu pour celui de gauche. On peut d'ailleurs remarquer que l'un de ces tourbillonnements, le bleu, est lui-même fait de deux plus petits tourbillons distincts et accolés qui, cette fois, tournent ensemble dans le même sens.

On peut aussi remarquer que la dynamique jaune qui construit la coquille qui referme le grand tourbillonnement englobant est alimentée par un flux qu'elle puise à l'extérieur du tourbillonnement, l'échange avec l'extérieur du tourbillonnement étant donc, ici, inséparable de sa clôture vis-à-vis de l'extérieur.

12ème étape du cycle de référence :

une frontière génère, sans la refermer totalement, l'enveloppe d'un tourbillonnement de grande échelle qui englobe en lui de plus petits tourbillons qui tournent en sens inverses l'un de l'autre (le jaune tourne dans un sens, et les deux bleus tournent dans l'autre)

La dynamique de ce fonctionnement implique que l'intérieur du grand tourbillonnement est complètement envahi par

l'extérieur qui le pénètre et qui le traverse totalement, ainsi que le montre le « pied » jaune qui alimente la coque du grand tourbillon qui se dessine dans le bas de cette simulation



image utilisée : détail du champ de vorticités dans une simulation numérique de tourbillons dans un sillage bidimensionnel lointain [d'après un cliché Y. Fouillet (Grenoble), extrait de "La Turbulence" de Marcel Lesieur aux Presses Universitaires de Grenoble]

Sur la nature de la déformation électrique, et sur la nature des ondes d'espace

Il a donc été proposé que l'électricité provienne de ce que le proton, à un moment donné, se serait mis à trop déformer les ondes d'espace, lesquelles ne pouvaient pas accepter ce surcroît de déformation sans y réagir afin de l'annuler du tac au tac.

Pourquoi, et surtout comment, « trop », tout d'un coup ?

On se souvient qu'il a été proposé que la gravité résulterait de la propriété des ondes d'espace de se déformer à surface constante ([1ère partie](#), chapitre 1-4 « sur la cause de la gravité »). Cette fois, il est proposé de considérer que l'électricité résulterait, elle, d'une déformation des ondes à surface variable, c'est-à-dire que le surcroît de déformation provoquant l'effet électrique aurait pour effet de tellement étirer la surface des ondes qu'il en arracherait un morceau, et que la réaction des ondes consisterait tout simplement à récupérer un morceau de surface équivalent afin de rétablir sans délai leur taille optimale.

Très normalement, pour se référer à ce que l'on sait de la force électromagnétique qui ne s'exerce pas de façon continue mais par quanta, on dira que ces morceaux de la surface des ondes qui peuvent lui être ainsi arrachés sont des quanta de surface. Cela suppose donc que la surface des ondes est formée de grains de taille identique, qu'une surface plus petite que ces grains ne peut donc pas leur être arrachée, et que ces grains, une fois détachés de la surface, se dissolvent puis se recomposent à partir de matériaux trouvés au voisinage de l'onde. En effet, s'il n'y avait que l'effet d'électricité positive, on pourrait supposer que ces grains de surface arrachés à l'onde resteraient quelque part à sa proximité avant d'y être réintégrés par l'onde dans le temps suivant de sa pulsation, mais il faut aussi considérer l'effet d'électricité négative qui implique que, symétriquement, lorsqu'un électron est isolé, il force à chaque pulsation les ondes d'espace à accepter des quanta de surface en supplément, quanta que les ondes s'empressent alors d'évacuer à la pulsation suivante. Or, ces grains de surface que l'électron rajoute, une pulsation sur deux, sur chacune des ondes concentriques qui l'entourent, il n'en dispose pas nécessairement qui sont déjà « tout faits » à son voisinage, et il doit donc être capable de générer leur formation à chaque pulsation, ce qui donne un nouvel éclairage sur la nature des ondes d'espace et sur la façon dont elles fonctionnent : nécessairement, pour qu'elles manifestent ce type de comportement, chaque grain de leur surface doit être fait d'une substance infiniment plus petite que sa propre échelle, une substance qui serait quelque chose d'aussi petit pour chaque grain de surface que ne l'est un atome de gaz pour un cyclone dans l'atmosphère. Pour réussir à tenir en tant que grain compact, chacun de ces quanta de surface doit alors nécessairement contenir suffisamment de cette substance tourbillonnante, et c'est précisément ce qui expliquerait que la surface des ondes ne puisse pas être modifiée de façon continue, mais seulement par de tels quanta de surface.

On suppose donc que ces sortes de « poussières » d'onde, infiniment plus petites que les grains de surface qu'elles servent à construire, se dispersent dans les interstices qui séparent les ondes pendant le temps de la pulsation où le proton tire à l'excès sur les ondes d'espace, puis que, en tourbillonnant, elles se regroupent immédiatement en un quantum de surface qui vient s'intégrer à la surface de l'onde pendant le temps suivant de la pulsation.

On peut maintenant faire remarquer que, puisque l'électron isolé est capable de faire surgir avec régularité et à chacune de ses pulsations de tels quanta de surface, ces poussières de substance d'onde sont nécessairement disponibles en grande quantité dans tout l'espace séparant les différentes crêtes des ondes d'espace, et que celles-ci ne rassemblent, par conséquent, qu'une très faible partie des poussières de la substance dont elles sont faites et qui resteront donc, pour l'essentiel, dispersées tout autour d'elles.

On retrouve là, exactement, le rapport quantitatif que l'on avait suggéré pour les plis des ondes d'espace : seule une petite partie de ces plis se rassemble en tourbillons de neutrinos, dont seule une partie s'assemble à son tour en protons. À l'échelle du dessous, ces ondes elles-mêmes ne rassembleraient donc qu'une petite partie des poussières de la substance dont elle est faite et qui s'agite en tous sens dans le vide.



*Les deux temps de la pulsation des ondes d'espace déformées par une charge positive.
Un temps, le proton arrache un quantum de surface à chacune des ondes du train d'ondes qu'il influence puis disperse les grains de la substance dont elles sont faites.
L'autre temps, chaque onde reconstitue ce quantum et retrouve sa surface normale*



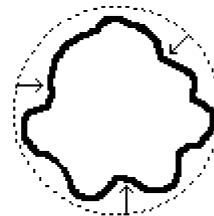
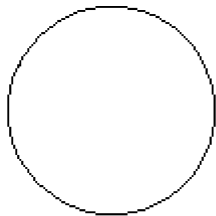
*Les deux temps de la pulsation des ondes d'espace déformées par une charge négative.
Un temps, l'électron force les grains de la substance dont sont faites les ondes à s'assembler sous forme d'un quantum de surface qui s'intègre dans chacune des ondes du train d'ondes qu'il influence.
L'autre temps, chaque onde disperse ce quantum qui est, pour elle, surnuméraire*

nota : ces deux effets, le positif et le négatif, peuvent chacun se produire aussi bien à l'occasion du temps d'expansion des ondes qu'à l'occasion du temps de leur contraction, ces deux situations correspondant aux deux signes possibles du spin des particules concernées

Différences entre électricité et gravité :

On a proposé une différence essentielle entre la gravité et l'électricité : la gravité serait due à un rétrécissement du volume global des ondes d'espace lorsqu'elles sont déformées par des plis qui ne modifient pas leur surface, rétrécissement qui serait précisément induit par le fait qu'elles ne modifient pas leur surface, tandis que l'électricité, elle, serait liée à la perte ou au gain de quanta de surface par les ondes d'espace.

Une première conséquence s'ensuit : la gravité est à sens unique, puisque toute déformation des ondes à surface constante implique qu'elles diminuent leur volume global qui ne peut jamais augmenter si leur surface n'augmente pas (croquis ci-dessous, tiré du chapitre 1-4), tandis que l'électricité est à deux sens, les ondes pouvant aussi bien perdre que gagner des quanta de surface (croquis précédents).



Pour garder une surface constante lorsqu'elle est déformée, une forme sphérique doit nécessairement rétrécir le volume global qu'elle occupe

Une deuxième conséquence est qu'une onde peut être affectée d'un seul pli élémentaire qui, pour nous, est si petit que la différence de volume qu'il engendre (et donc l'effet de gravité induit par cette différence) n'est pas mesurable, tandis que les quanta de surface perdus ou gagnés par les ondes correspondent à des quanta d'énergie que nous savons repérer et mesurer. Pour nous, la gravité nous apparaît donc comme un effet continu, tandis que l'électricité nous apparaît comme un effet discontinu.

Troisième conséquence :

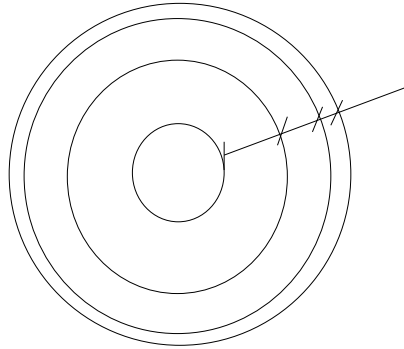
Par l'électricité, on l'a vu, les ondes d'espace répondent du tac au tac et rétablissent leur surface optimale un temps sur deux de leur pulsation. Plusieurs charges électriques de même signe peuvent cumuler leurs effets en leur arrachant ou en leur ajoutant plusieurs quanta de surface, mais, toujours, un temps sur deux, la surface optimale des ondes est rétablie.

Dans le cas de la gravité, au contraire, les plis déforment de façon permanente la surface des ondes qui ne rétablissent jamais leur parfaite sphéricité, sauf lorsqu'elles se sont complètement débarrassées de la cause qui est à l'origine de ces plis. Comme pour l'électricité, toutefois, les déformations qui causent des effets de gravité peuvent s'additionner grâce à la présence cumulative de plis à la surface des ondes, ce qui permet de générer des puits de gravité de taille illimitée.

Une quatrième conséquence, enfin :

Quand une onde d'espace est plissée, elle perd un certain volume global, et l'on a supposé que toutes les ondes situées dans les mêmes trains d'onde perdent un volume équivalent.

Si le volume perdu est le même quelle que soit la taille de l'onde, cela implique que la distance entre les ondes va augmenter davantage pour les ondes de petite taille que pour les ondes de grande taille, puisqu'elles correspondent à des surfaces différentes et qu'un même volume perdu sera donc divisé par une surface qui va nécessairement diminuer en même temps que la taille de l'onde. Plus on se rapproche de la source qui cause la gravité, plus elle va écarter les ondes les unes des autres, et plus la déformation de l'espace-temps sera donc importante. Ce qui implique un effet d'accélération que l'on avait déjà envisagé au chapitre 1-4 et dont il est redonné ici le croquis explicatif.



*la cause de l'accélération gravitaire :
chaque écart entre ondes dispose d'un même volume, ce qui implique qu'il devient plus épais lorsque la circonférence de l'onde diminue. Pendant une même durée de temps, un même nombre de battements fera donc franchir un espace d'autant plus grand que l'on est près de la cause qui génère l'effet de gravité*

Dans le cas de l'électricité, cette fois, on suppose que toutes les ondes situées dans un même train d'onde perdent ou gagnent le même nombre de quanta de surface. Surtout, on rappelle que cette perte ou ce gain sont systématiquement annulés dans le temps suivant de la pulsation, et qu'il n'y a donc pas de diminution ou d'augmentation permanente du volume des ondes comme il en va dans l'effet de gravité. Puisque, fondamentalement, les ondes gardent toujours le même volume, l'écart entre elles ne se modifie pas, et il ne se produit pas d'effet d'accélération comme il en va pour la gravité. Pour cette raison, à la différence de la gravité, l'électricité produit des effets à vitesse constante, c'est-à-dire des effets qui n'ont pas de raison d'accélérer lorsque l'on s'approche de la charge électrique.

Pas d'accélération, mais l'effet produit par une même charge électrique va quand même varier en intensité selon la distance à laquelle se trouve la charge, puisqu'un même quantum de surface d'onde perdu ou gagné ne représentera pas la même proportion de la surface de l'onde selon que la charge sera proche ou selon qu'elle sera plus lointaine.

On doit donc penser que plus la charge sera proche, plus l'intensité de l'effet électrique sera importante, puisqu'il correspondra à un changement proportionnellement plus important de la surface de l'onde d'espace. Comme la surface d'une sphère varie comme le carré de son rayon, la même quantité de surface gagnée ou perdue occasionnera donc un effet inversement proportionnel au carré de la distance de la charge, ce qui correspond effectivement à ce qu'indiquent les données expérimentales et qui est résumé par la loi de Coulomb selon laquelle l'amplitude de la force électrostatique entre deux charges électriques est proportionnelle au produit des deux charges et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

La même relation en r^2 vaut d'ailleurs aussi bien pour la gravité, puisqu'une même déformation de la surface des ondes sera atténuée par une surface qui va également varier comme le carré de la distance à ce qui cause cette déformation. Cette fois, il s'agit de l'un des paramètres de la loi de la gravité selon Newton, laquelle sera envisagée sous tous ses aspects au chapitre 3-6-1 en [3ème partie](#).

2-13- la 13ème étape du cycle de formation de la matière : clôture de l'atome

À chacune des 12 étapes précédentes, il a été proposé l'évolution qui semblait logiquement s'imposer comme l'adaptation la plus pertinente au durcissement des conditions qui prévalaient à l'étape précédente. La transformation du solide en fluide, puis l'évolution de ce fluide en fluide de plus en plus tourbillonnant, ont seulement été données en parallèle, comme une sorte de vérification, une sorte de garde-fou permettant de confirmer que l'évolution d'un phénomène physique pouvait effectivement se dérouler de la sorte.

Pour les quatre dernières étapes qui restent à parcourir, il serait hypocrite de continuer la présentation de la même manière, car l'évolution de ces quatre étapes-là n'a rien d'intuitif. Pour cette raison, le mode de présentation sera désormais inversé : il sera d'abord rappelé comment évolue de manière certaine un système tourbillonnaire tel que celui obtenu à la 12ème étape lorsqu'il est entraîné dans une dynamique encore plus forte, et ce n'est que par analogie qu'il sera suggéré la façon dont peut se transformer l'atome fraîchement né à la 12ème étape.

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Pour observer les quatre dernières étapes de l'évolution des tourbillons, on utilisera l'expérience dite de Couette-Taylor (Taylor-Couette pour les anglophones). Elle a déjà été analysée dans le chapitre d'introduction ([1ère partie](#), présentation de la méthode, chapitre 1-2, au stade du nœud), mais ses diverses étapes seront maintenant détaillées davantage.

Cette expérience consiste à faire tourner un cylindre à l'intérieur d'un autre et à observer comment se déforme le liquide emprisonné entre les deux cylindres au fur et à mesure que la vitesse augmente. On peut visualiser le comportement du fluide lors de cette expérience aux adresses : http://www.ladhyx.polytechnique.fr/activities/experimental/corp_fr/cylcoax.html OU http://www.youtube.com/watch?v=cEqvx0N_txI&hl=fr.

Lorsque la vitesse de rotation du cylindre intérieur est encore faible, les particules fluides tournent uniformément toutes ensemble autour de l'appareil, mais, si l'on augmente un peu la vitesse, les parcelles fluides se mettent alors à tourner en spiraland à l'intérieur du double cylindre qui les enferme. Ces spirales se forment par paires tournant en sens inverses l'une de l'autre, et, toutes ensemble, elles construisent un empilement de rouleaux qui sont appelés « des rouleaux de Taylor », ou des « tourbillons de Taylor ».

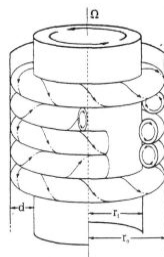
Ainsi que le montre la vue en coupe de l'expérience, ces paires de rouleaux sont tout à fait analogues aux tourbillons de sens inverses obtenus à l'issue de la 12ème étape et que l'on rappelle ci-contre :



image utilisée : détail du champ de vorticité dans une simulation numérique de tourbillons dans un sillage bidimensionnel lointain [d'après un cliché Y. Fouillet (Grenoble), extrait de "La Turbulence" de Marcel Lesieur aux Presses Universitaires de Grenoble]

13ème étape du cycle de référence :

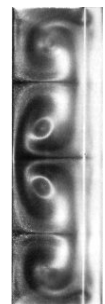
les paires de « rouleaux de Taylor » sont formées de spirales continues qui tournent en sens inverses l'un de l'autre



Source de l'image : site de Richard M. Lueptow (http://www.mech.northwestern.edu/fac/lueptow/TC_Rich_new.html)

à droite :

vue en coupe des paires de rouleaux qui se forment dans le 1er temps de l'expérience. Elle montre l'analogie qu'il y a, à ce stade, avec la hiérarchie des tourbillons obtenue à l'issue de la 12ème étape (ci-dessus)



Source de l'image : The Nature of Chaos - Edited by Tom Mullin - Oxford Science Publications - 1993

On pourra donc se demander ce qu'apporte de neuf la 13^{ème} étape par rapport à la précédente ? Ce qu'elle apporte est impliqué par l'appareillage même utilisé pour l'expérience, car il s'agit d'un appareillage fermé, ce qui fait que les tourbillons sont désormais contraints de se déformer à l'intérieur de ce volume limité qui leur est imposé. Auparavant, ils pouvaient prendre leur aise et entraîner dans leur mouvement un volume fluide supposé illimité, ce qui était notamment le cas de la simulation correspondant à la 12^{ème} étape. Désormais, la seule liberté laissée au tourbillonnement va être de se déformer sur lui-même.

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Du fait de cette fermeture du tourbillonnement global sur lui-même, on se sait plus dire, désormais, s'il s'agit de « multiples » tourbillons organisés ensemble et fonctionnant côte à côte, ou s'il ne s'agit que d'un seul et « unique » tourbillonnement subdivisé mais fonctionnant en tant qu'entité globale. Si l'on ne sait plus le dire, c'est que les deux choses sont désormais simultanément vraies, raison pour laquelle le fonctionnement de la dynamique de cette 13^{ème} étape peut être résumé par l'expression « un / multiple ».

Fermeture de l'atome sur lui-même :

Puisque l'objet de cette 13^{ème} étape consiste à refermer la dynamique sur elle-même, à la transformer en une dynamique qui, désormais, se déformera seulement sur elle-même, comme en vase clos, on doit supposer que c'est ce processus-là qui intervient à la même étape du cycle de formation de la matière. Puisque l'étape précédente de ce cycle a vu la naissance de la pulsation électrique et la formation d'un électron au centre de chaque proton pour entamer avec lui le fonctionnement caractéristique d'un atome, cela implique que sa 13^{ème} étape correspond à la clôture de chaque atome sur lui-même.

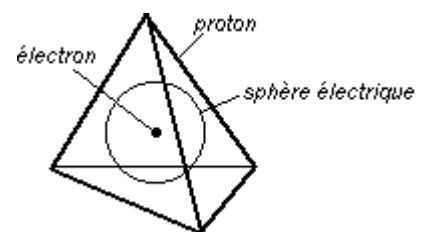
Clôture de l'atome sur lui-même, cela ne veut pas dire qu'il cessera d'interagir avec son environnement, mais cela veut dire qu'un atome constitue le summum de ce que les déformations des ondes d'espace peuvent engendrer en s'entortillant et en se complexifiant, et que, désormais, les atomes résisteront à toute tentative de les faire fusionner dans des entités plus vastes ou de les englober dans des entités plus vastes. Certes, ils sauront s'assembler à plusieurs pour former des molécules ou des réseaux cristallins, mais, dans ce type de groupement, ils seront toujours associés de façon réversible et ils ne perdront jamais leur individualité.

Surtout, comme il en ira pour les rouleaux horizontaux tourbillonnants qui ne pourront plus se transformer qu'en se déformant sur eux-mêmes, cette clôture des atomes implique que c'est désormais en se pliant et en se repliant sur eux-mêmes que les atomes vont poursuivre leur évolution.

*13^{ème} étape du cycle de formation de la matière :
les atomes se ferment sur eux-mêmes*

*Ici, l'atome le plus simple, celui d'hydrogène léger,
formé d'un proton et d'un électron en son centre.*

Entre le proton et l'électron, on a représenté la « sphère électrique » de l'atome qui correspond à ce que l'on « voit » lorsque l'on observe des atomes au microscope électronique. Elle correspond à l'onde située en position moyenne entre celles qui sont déformées par la déformation électrique positive imposée aux ondes d'espace depuis le proton et celles qui sont déformées par la contre-déformation électrique négative renvoyée par l'électron. La longueur de chaque côté du tétraèdre du proton serait de 182 pm.



Pertinence de la référence à l'expérience de Couette-Taylor pour approcher l'évolution des atomes après leur formation, et conséquence à en tirer :

Après la création d'une particule de matière, et puisque les ondes d'espace ne peuvent plus se débarrasser d'un tel paquet de déformations entortillées en les repassant à leurs voisines, on doit s'attendre à ce que les ondes d'espace n'aient de cesse de triturer cette particule à chacune de leurs vibrations pour tenter de la disloquer et de minimiser ainsi son effet, du moins tant que faire se peut. Faisant cela, elles la malaxent et la remalaxent sans cesse, de telle sorte que l'on doit envisager que les ondes d'espace soumettent en permanence toute particule de matière à des déformations sur elle-même qui sont tout à fait similaires à celles que subit un fluide lorsqu'il est étiré et malaxé sur lui-même dans l'expérience de Couette-Taylor.

Cette analogie ne concerne pas que la 13^{ème} étape. Elle vaut tout autant pour les étapes suivantes qui vont apparaître en augmentant la vitesse de rotation de l'appareil de Couette-Taylor. Or, considérer que l'ensemble du fluide qui occupe cet appareil ne forme qu'une seule entité qui se déforme sur elle-même, cela revient à nier la possibilité d'étudier isolément l'évolution de l'un de ses rouleaux, et cette réflexion vaut donc aussi bien pour les atomes qui, tant qu'ils sont soumis à la traversée des quatre dernières étapes de leur évolution ne peuvent pas être considérés isolément, mais seulement en groupe, et seulement en tant que fragment de ce groupe.

De ces atomes en groupe, on dira qu'ils sont **intriqués**, cet adjectif étant bien entendu choisi en référence à la théorie quantique car, c'est du moins l'hypothèse que l'on fera, l'intrication quantique a sa source dans cette situation où les particules peuvent être considérées séparément mais où, pourtant, leur comportement individuel n'a pas de sens. Il n'a pas de sens, car ce n'est pas chaque particule qui se déforme individuellement sur elle-même, mais c'est leur groupe qui, en tant qu'entité globale, compacte et fermée, manifeste ce comportement.

De façon pratique, on peut donc dire que, à ce stade de l'univers, ce que l'on doit considérer c'est l'évolution collective de toute la « soupe » d'atomes qui existait à l'époque de la nucléosynthèse initiale, celle qui vit la transformation d'une partie des atomes d'hydrogène en hélium. Une soupe comme il y en existe toujours, aujourd'hui, dans le cœur des étoiles, où les atomes fortement comprimés les uns contre les autres en arrivent à fusionner leurs quarks et à former ainsi des atomes plus complexes que l'hydrogène et l'hélium.

Les atomes composés

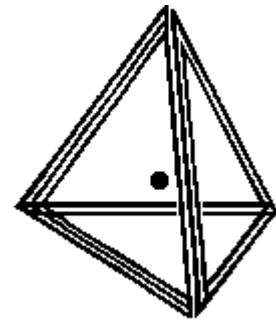
Au moment de leur fermeture, les atomes ne sont pas forcément composés seulement d'un proton et d'un électron pour former l'hydrogène dit « léger », mais des constructions plus complexes ont lieu qui génèrent les diverses sortes d'atomes.

Les unités élémentaires de ces constructions sont les tétraèdres que forment les protons et les neutrons (chapitre 2-11), et les constructions que l'on proposera ici à partir de ces « briques élémentaires » utiliseront des règles de composition qui sont telles que les atomes obtenus ont les dimensions et les propriétés qui sont connues pour ces atomes et pour leurs ions.

Ainsi, le premier mode de construction se ferait en emboîtant des protons et des neutrons les uns dans les autres.

L'emboîtement d'un seul proton et d'un seul neutron donne un atome d'hydrogène dit « lourd », ou deutérium. Cette construction implique que le tétraèdre obtenu possède 3 de ses 4 faces occupées par un quark up et les 3 quarks down s'installent chacun sur une branche de quark up, de telle sorte qu'aucune branche ne contienne plus de 3 neutrinos. Elle comprend, en son centre, un électron, venu avec le proton.

*un atome d'hydrogène lourd
(deutérium) :
un proton et un neutron emboîtés
l'un sur l'autre, et un électron.
Chaque branche de cette construction
possède 3 neutrinos au maximum.
Son « emboîtement » dans le proton permet
au neutron de rester stable et de ne pas
se défaire. On peut penser que c'est
précisément son incomplétude intrinsèque,
l'empêchant de déclencher sa propre
déformation électrique des ondes d'espace,
qui lui permet d'être ainsi toléré par le proton*



On sait que du deutérium s'est créé au moment de la nucléosynthèse primordiale, mais il n'en est pas resté beaucoup, la plupart ayant été incorporé dans des constructions plus complexes.

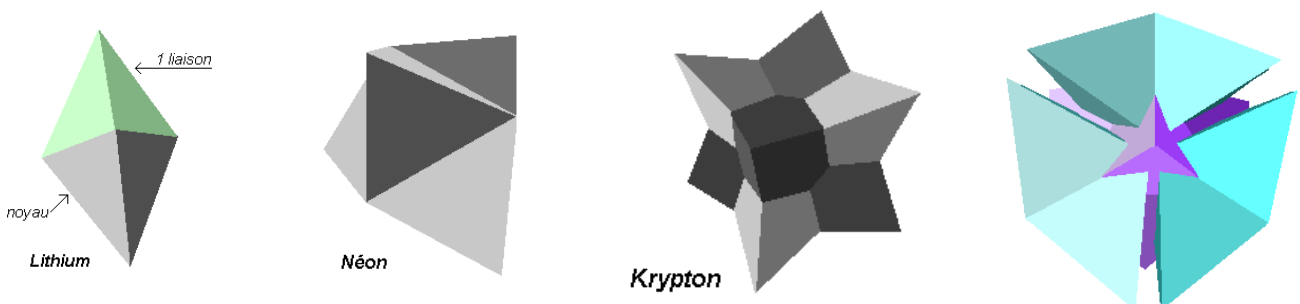
Deux protons peuvent aussi s'emboîter l'un sur l'autre comme le font un proton et un neutron, mais à la condition qu'ils ne déforment pas le même train d'ondes. C'est ici que l'on utilise pour la première fois le fait que chaque onde stationnaire combine, en fait, deux ondes jumelles qui pulsent en opposition de phase. On fait donc l'hypothèse que deux protons tétraédriques peuvent se superposer exactement au même endroit, provoquer, chacun, la pulsation de sa propre sphère électrique en s'associant avec son propre électron, mais à la condition que ces deux couples de protons et d'électrons ne déforment, chacun, que l'un des trains d'ondes jumeaux pulsant en opposition de phase. C'est la façon dont on interprète, ici, la notion de spin, et l'on dira donc que deux protons et deux électrons qui sont de spins contraires peuvent cohabiter au même endroit. Cette notion de spin sera abordée plus loin en détail, dans le chapitre 3-1 de la [3ème partie](#). On rappelle qu'une présentation plus succincte en a déjà été faite au chapitre 9 du texte « [l'essentiel de l'hypothèse](#) ».

Si, comme on vient de l'envisager, un proton de spin inverse vient s'emboîter sur le proton d'un atome de deutérium, emmenant avec lui son électron, lui aussi de spin inverse au premier électron installé, l'atome obtenu est fait cette fois de deux protons accompagnés de leurs deux électrons, et d'un neutron : c'est un atome d'hélium 3. On sait qu'une petite quantité d'hélium 3 est aussi restée après la nucléosynthèse primordiale.

Si l'on rajoute un deuxième neutron, lui aussi de spin inverse au premier, on obtient l'hélium 4, comprenant donc deux protons, deux électrons et deux neutrons. Pour la plupart, tous les atomes d'hydrogène qui ont été compactés ensemble au moment de la nucléosynthèse primordiale sont parvenus à ce stade de l'hélium 4. Comme on l'a dit, une très faible proportion est restée à l'état de deutérium et d'hélium 3. Si maintenant on cumule les diverses formes d'hydrogène et d'hélium, on obtiendra 99 % des atomes qui existent à ce jour dans l'univers, les atomes plus complexes ne correspondant qu'à environ 1 % de toute la matière qui s'est créée. Cette fois encore, on voit donc que l'évolution avance en ne complexifiant qu'une toute petite fraction des constructions qu'elle produit à chacune de ses étapes.

Lors de la nucléosynthèse initiale, outre l'hydrogène et l'hélium, il s'est aussi formé une très faible proportion de lithium 7 dont les atomes sont formés de 3 protons et de 4 neutrons.

Avec le lithium, on aborde un autre mode de construction des atomes complexes, où les tétraèdres des protons et des neutrons ne vont plus continuer à s'encaster les uns sur les autres, mais où les nouveaux tétraèdres vont s'accoler sur les faces extérieures du noyau que va désormais constituer, pour ces constructions plus complexes, l'atome d'hélium tel qu'on l'a envisagé précédemment.



quelques exemples d'atomes obtenus par assemblages de plus en plus complexes d'atomes d'hydrogène montés sur un puis sur deux noyaux emboîtés d'hélium 4. À l'extrémité droite, il s'agit d'un atome appartenant à la 6ème ou à la 7ème période de la classification périodique des éléments

Pour ne pas interrompre le fil de la présentation des 16 étapes du cycle de formation de la matière, la construction des divers atomes par accollement et emboîtement de tétraèdres de plus en plus nombreux est abordée séparément dans le texte « [l'essentiel sur la construction des atomes](#) ».

Elle fait aussi l'objet d'un exposé systématique dans « [la construction du tableau périodique des atomes à partir des protons tétraédriques](#) » qui dispose d'une [version texte seul](#) et d'une [version résumée](#).

Un autre texte, « [l'essentiel de la construction des molécules](#) », présente, quant à lui, la façon dont les atomes s'assemblent pour former des molécules.

Une présentation plus exhaustive se trouve dans le texte en trois parties intitulé « la construction des molécules » (liens vers la [1ère partie](#), la [2ème partie](#), et la [3ème partie](#)).

2-14- la 14ème étape du cycle de formation de la matière : l'atome se déforme selon une 1ère cadence périodique

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

On revient à l'expérience de Couette-Taylor qui, à l'étape précédente, avait donc vu l'apparition de rouleaux horizontaux groupés par paires tournant en sens inverses.

Si l'on augmente la vitesse du cylindre en rotation, ces rouleaux se mettent maintenant à osciller en cadence.

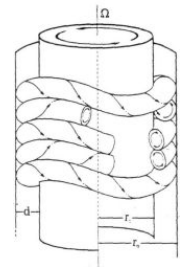
Cette oscillation est périodique, car les rouleaux effectuent un nombre entier d'oscillations autour du cylindre, et la même configuration des rouleaux se retrouve donc périodiquement au fil du temps. Ce nombre entier correspond à une fréquence particulière d'oscillation, cette fréquence variant selon la vitesse de rotation du cylindre de l'appareil.

Ce stade de l'apparition d'une première fréquence d'oscillation est appelé le stade des « rouleaux ondulés », ou celui des « tourbillons ondulés ».

*14ème étape du cycle de référence :
le stade des rouleaux ondulés.*

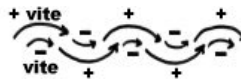
*Du fait de ses différences de vitesse interne,
chaque tourbillon se déforme et se met à onduler.
Toutefois, chacun demeure continu et, pour l'essentiel,
n'échange pas de parcelles fluides avec ses voisins*

Source de l'image : site de Richard M. Lueptow (http://www.mech.northwestern.edu/fac/lueptow/TC_Rich_new.html)



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

À cette étape, la continuité globale de chaque rouleau est préservée, mais ce n'est pas le cas de ce qui se passe dans le détail, puisque l'ondulation des rouleaux est obtenue par le fait que certaines parcelles du fluide doivent lâcher leur rouleau qui va trop vite pour elles, qu'elles ralentissent donc par rapport à la vitesse moyenne du fluide, tandis que, symétriquement, d'autres se trouvent accélérées et rattrapent un rouleau dont la vitesse moyenne est plus faible que la leur.



*Si le rouleau ondulant reste regroupé en continuité compacte (croquis de gauche),
c'est parce qu'il se scinde intérieurement en parties allant à des vitesses différentes (croquis de droite),
c'est-à-dire parce qu'il cesse d'être unifié en continu*

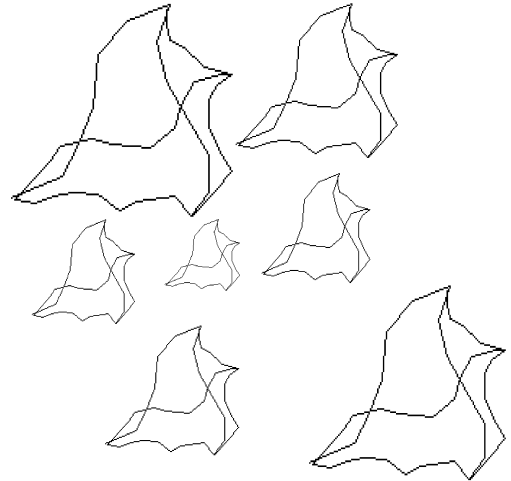
Ainsi, le regroupement de chaque tourbillon élémentaire dans une même forme continue reste préservé par le fait même que le fluide qui le construit cesse de se comporter de façon compacte et qu'il se délite en portions qui vont à des vitesses différentes les unes des autres. La réussite du regroupement continu à grande échelle étant due à l'échec de la continuité du flux à petite échelle, le caractère paradoxal de la dynamique, à cette étape, peut donc être défini par l'expression « regroupement réussi / raté ».

La première déformation périodique de l'atome :

Dans le cycle de formation de la matière, et à la même étape, on suppose que les atomes, toujours intriqués les uns avec les autres sous forme de « soupe », subissent collectivement le même type de déformation. Cela implique que les différents neutrinos qui sont inclus dans les quarks des atomes se mettent alors à onduler en cadence et de façon périodique. De la même façon, on suppose que les électrons sont soumis, eux aussi, à des ondulations internes à caractère périodique.

14ème étape du cycle de formation de la matière :

les neutrinos composant les quarks oscillent en cadence périodique



2-15- la 15ème étape du cycle de formation de la matière : l'atome se déforme et s'entrecoupe de façon quasi-périodique

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Dans l'expérience de Couette-Taylor, si l'on augmente encore la vitesse, vient un moment où la continuité des rouleaux ondulants ne peut plus être maintenue. Entraîné sur une face par le cylindre interne tournant très vite, mais retenu sur son autre face par le cylindre externe restant immobile, le fluide est désormais trop écartelé pour rester organisé en rouleaux réguliers.

Certes, certains rouleaux vont encore rester continus et continuer à osciller, mais d'autres rouleaux vont se rompre, s'évanouissant puis réapparaissant occasionnellement, ou se reformant après avoir croisé un autre rouleau resté continu qui lui barrait le passage.

Selon la vitesse et selon la nature du fluide, et même selon « l'histoire » précédente du flux, divers tressages des rouleaux peuvent survenir, parfois très complexes, certains pouvant présenter, par exemple, des figures d'entrecroisements qui montent et qui descendent sans fin.

Désormais, le comportement du liquide a perdu la simplicité qu'il avait au stade des rouleaux horizontaux, et encore au stade des rouleaux ondulants, mais, pourtant, il n'a pas perdu toute régularité. En effet, à plus ou moins longs intervalles, le fluide retrouve la même configuration, ou presque exactement la même configuration, ce qui vaut que son comportement soit maintenant qualifié de « quasi-périodique ». L'analyse précise de l'écoulement du fluide lors de cette phase, réalisée initialement par les physiciens Swinney et Gollub, a montré que, en fait, une nouvelle fréquence y apparaît, indépendante de celle qui était apparue au stade des rouleaux ondulants, et qui se combine avec elle. C'est la combinaison persistante de ces deux fréquences qui explique le retour périodique ou quasi-périodique de la même configuration.

Du fait de cette coexistence de deux fréquences dans l'écoulement, celui-ci est dénommé le stade des « rouleaux modulés », ou celui des « tourbillons modulés ».

En résumé, tout comme à l'étape précédente des rouleaux ondulés, le flux parvient toujours à garder une régularité dans son évolution, à « retomber quasi périodiquement sur ses pieds », mais le prix de cette régularité est maintenant le bris d'une partie des rouleaux qui doivent disparaître par intermittence, ou qui doivent se couper pour croiser les rouleaux qui sont sur leur chemin.

*15ème étape du cycle de référence :
le stade des rouleaux modulés.*



Désormais, les rouleaux se brisent et s'interpénètrent, mais leurs agencements restent réguliers puisqu'ils se reforment de façon quasi-périodique. À ce stade, certains rouleaux sont brisés par leur croisement avec d'autres rouleaux (croquis de gauche), ou bien ils n'apparaissent que par intermittence (croquis de droite)

Fonctionnement caractéristique de cette étape :

À cette étape, la régularité périodique de l'écoulement reste donc faite, bien que sa continuité soit complètement défectueuse. Pour cette raison, le fonctionnement caractéristique de cette dynamique peut être résumé par l'expression « fait / défait ».

Naissance d'une seconde période de déformation de l'atome :

Cette fois encore, nous supposons que le même type d'évolution se produit dans le cycle de formation de la matière. Nous supposons donc que les différents neutrinos inclus dans les quarks des atomes intriqués dans la soupe d'atomes primordiale se mettent maintenant à s'entrecroiser, à se briser mutuellement, et cela tout en restant capables, à intervalles périodiques ou quasi-périodiques, de reformer tous ensemble la même configuration dans l'espace. Nous supposons que l'électron subit le même type de déformations, et qu'il réapparaît donc, lui aussi, périodiquement ou quasi périodiquement sous le même aspect.

*15ème étape du cycle de formation
de la matière :*

*les neutrinos composant les quarks
s'entrecroisent et se brisent mutuellement,
mais ils reforment périodiquement ou
quasi périodiquement la même configuration*



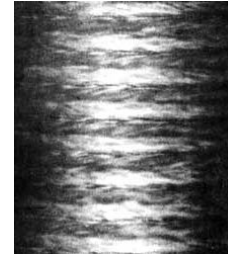
2-16- la 16ème et dernière étape du cycle de formation de la matière : l'atome reprend une forme continue, mais seulement statistique

Rappel de l'étape similaire du cycle de référence :

Si l'on augmente une nouvelle fois la vitesse de rotation du cylindre dans l'expérience de Couette-Taylor, cette fois la turbulence devient complètement chaotique. Aucun écoulement ne parvient plus à rester continu, ni même prévisible, car aucune périodicité ni « quasi-périodicité » ne peut plus être observée.

*La phase de turbulence chaotique
de l'expérience de Couette-Taylor*

Source de l'image :
le site http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_8.htm]



Étonnamment, cependant, ce flux totalement morcelé en parcelles qui s'éparpillent et qui se brisent mutuellement de façon complètement chaotique ne fait pas, au total, n'importe quoi : il se comporte de façon à presque recréer la forme des rouleaux horizontaux empilés les uns sur les autres et qui étaient apparus au début de l'expérience. Qui plus est, cette disposition en « presque rouleaux » perdure, même lorsque l'on augmente ensuite beaucoup la vitesse de rotation du cylindre.

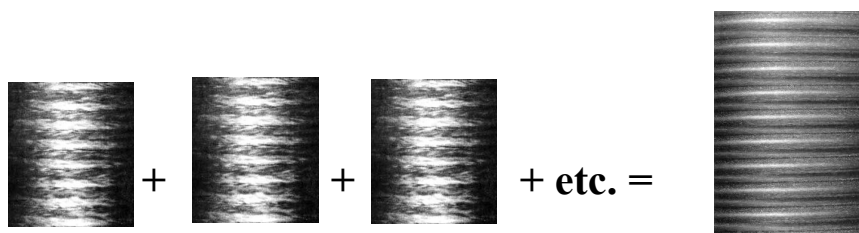
La forme des rouleaux horizontaux empilés est « presque recréée », ce qui veut dire que, à un instant donné, elle n'est reconstituée qu'approximativement, mais, si l'on prend des photographies de l'expérience à des intervalles réguliers et que l'on superpose toutes ces photographies, alors on obtient une image tout à fait identique à celle des rouleaux initiaux (voir l'article « Chaos et symétrie » de Pascal Chossat dans la revue POUR LA SCIENCE de décembre 1992).

À première vue, il semble donc que l'évolution des trois dernières étapes de l'expérience de Couette-Taylor (le passage par les rouleaux ondulés, puis le passage par les rouleaux modulés, et, maintenant, le passage à la phase de la turbulence chaotique) ne fait que ramener, ou presque ramener, à la première de ces étapes, celle des rouleaux horizontaux spiralants. En réalité, une différence essentielle sépare cependant la 1ère de la 4ème étape : désormais, les rouleaux horizontaux ne sont plus produits par un cycle de déplacement des mêmes parcelles fluides effectuant des spirales régulières et continues, mais ils sont le résultat, en « moyenne statistique », du déplacement chaotique imprévisible d'une quantité infinie de minuscules parcelles indépendantes en lesquelles se décompose maintenant le fluide.

Dans cet écoulement devenu chaotique, d'un instant à l'autre on ne peut pas dire quelle sera exactement la forme prise par le fluide, ni quel sera le trajet, même approximatif, de telle ou telle de ses parcelles, mais on peut toujours dire, en moyenne, à quoi le fluide ressemblera.

16ème étape du cycle de référence : le stade chaotique

À vitesse encore plus grande, les rouleaux perdent maintenant toute continuité. Les parcelles fluides circulent en désordre apparent de l'un à l'autre, mais, malgré ce désordre dans le détail du tourbillonnement, la forme d'ensemble des rouleaux horizontaux réapparaît statistiquement



Fonctionnement caractéristique de cette étape :

Sous leur nouvel aspect statistique, les rouleaux turbulents horizontaux sont clairement détachés les uns des autres, puisque l'on peut repérer précisément les lignes qui les divisent, qui les séparent, qui en marquent les limites. Dans le même temps, ils sont complètement reliés les uns aux autres, puisque le fluide passe en continu de l'un à l'autre, ignorant totalement ces limites. Puisque les rouleaux sont simultanément reliés les uns aux autres et détachés les uns des autres, l'expression « relié / détaché » caractérise le comportement de la dynamique propre à cette 16ème et ultime étape.

Regard rétrospectif sur la 12ème étape :

Si l'on jette maintenant un coup d'œil rétrospectif sur l'évolution du fluide pendant les quatre dernières étapes envisagées, on constate que l'ancienne structure en rouleaux horizontaux a d'abord résisté à l'accroissement de la vitesse en se déformant de façon rythmique, puis qu'elle a dû se briser pour permettre l'entrecroisement au moins partiel de ses différents flux, puis, enfin, quand la continuité du flot a fini par se disloquer en une multitude innombrable de parcelles, qu'elle a profité de l'indépendance alors acquise par cette multitude de parcelles fluides pour les enrôler à son service et pour renaître.

Cette renaissance finale, alors que le fluide est complètement disloqué et désormais apte à prendre n'importe quelle forme, démontre que cette structure en rouleaux horizontaux correspondait à des circuits qui étaient fondamentalement adaptés à la circulation efficace et optimale du fluide. Comme on a vu que cette structure en rouleaux n'était rien d'autre que la fermeture sur lui-même du type de tourbillonnement qui avait été généré à l'issue de la 12ème étape, il se trouve confirmé que ce tourbillonnement correspondait bien à l'optimum d'organisation que pouvait atteindre le tourbillonnement du fluide lorsqu'il était soumis à une dynamique de plus en plus énergique.

L'apparition de la réalité seulement statistique des atomes :

Une dernière fois, nous revenons sur le cycle de formation de la matière, et nous supposons que la même évolution caractérise les atomes intriqués les uns les autres dans la « soupe d'atomes » primordiale.

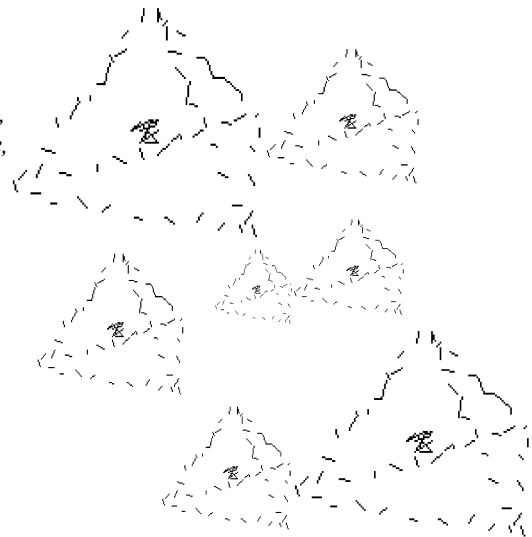
Après avoir d'abord ondulé, puis après s'être ensuite brisés les uns contre les autres, nous supposons donc que les quarks des atomes réapparaissent maintenant sous la même forme que celle qu'ils avaient à la 13ème étape, mais cette fois sous un aspect seulement statistique. Cela signifie que les déformations des ondes d'espace ne vont plus se suivre en spiralant de façon continue à l'intérieur des neutrinos qui forment les différents quarks d'un noyau, mais qu'elles vont désormais circuler de façon complètement chaotique et aléatoire à travers toute la soupe des atomes intriqués. La même chose vaudra nécessairement pour les électrons qui ne seront plus un tourbillonnement continu de déformations mais un paquet de déformations dont la continuité et la cohérence d'ensemble ne seront plus que purement statistiques.

Comme il en va pour les rouleaux générés dans l'appareil de Couette-Taylor, sous cette forme purement statistique, les atomes sont désormais devenus des réalités quasi-indestructibles. En effet, puisqu'ils passent leur temps à se détruire eux-mêmes et à se reconstruire statistiquement dans le même élan, ils sauront désormais résister, en se reconstruisant de la même manière, à tout nouveau surcroît de dynamisme qui leur sera imposé. Autant les 3 x 4 premières étapes avaient servi à construire les atomes dans les trois dimensions de l'espace, autant on peut dire que les 4 dernières étapes servent donc à construire leur permanence dans la dimension du temps.

16ème étape du cycle de formation de la matière :

Les neutrinos composant les quarks réapparaissent, mais sous un aspect désormais purement statistique, aspect qui les rend littéralement « indéformables », et donc quasiment indestructibles.

Il en va de même pour le tourbillonnement de déformations des ondes d'espace qui correspond à l'électron au centre du noyau de l'atome



Sur le comportement quantique des atomes

Puisque l'on a supposé que les atomes subissaient, lors de leur formation, le même type d'évolution que celui d'un fluide de plus en plus tourbillonnant, il est utile d'analyser un peu mieux les rouleaux purement statistiques obtenus à l'issue de l'évolution d'un fluide afin de voir s'ils possèdent des propriétés qui s'apparentent ou pas à celles que l'on prête aux atomes.

Dans cet esprit, l'aspect le plus important du comportement des atomes que l'on doit retrouver dans celui des rouleaux fluides statistiques est celui qui correspond au « comportement quantique ».

On l'a déjà envisagé en introduisant la notion d'intrication qui sied évidemment aux rouleaux de la phase chaotique dans laquelle les parcelles fluides s'entremêlent sans fin pour générer, comme par magie, des rouleaux nettement distinguables les uns des autres. Mais on peut aller plus loin dans l'analyse, ce que l'on va maintenant essayer.

Selon la théorie quantique, la position d'un électron dans un atome, par exemple, n'est pas précisément définie en un point, et elle ne peut être connue que de façon statistique. Selon cette théorie, l'ensemble des positions que peut occuper un électron à un moment donné a la forme d'un « nuage électronique », et la probabilité de trouver l'électron à un endroit donné est d'autant plus forte que le nuage est dense à cet endroit. Dans le cas « normal » d'un atome à l'équilibre, c'est au centre de l'atome que l'électron a, statistiquement, le plus de chance de se trouver.

*Représentation de la probabilité de présence
de l'électron au centre de l'atome d'hydrogène*

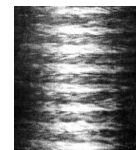
[source de l'image : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:HAAtomOrbitals.png>]



Dans le cas des anneaux horizontaux générés par l'écoulement chaotique de la phase finale de l'expérience de Couette-Taylor, on n'a pas affaire à une position « ponctuelle » statistique, comme dans le cas d'un électron, mais on a affaire à une multitude de positions simultanées qui s'organisent pour former « approximativement » des anneaux.

*Rouleaux horizontaux statistiques
générés par un flux qui est complètement
chaotique dans son détail à la fin de
l'expérience dite de Couette-Taylor*

Source : http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_8.htm]



La « figure floue » ici obtenue n'est pas un point, c'est un empilement d'anneaux. L'incertitude ne porte donc pas sur une position précise, à un instant donné, à l'intérieur d'un nuage de points, mais elle porte sur la forme exacte, à un instant donné, des bordures horizontales qui séparent les différents anneaux empilés. Ces bordures, en effet, ne cessent de gigoter frénétiquement, et il est impossible de deviner leur forme précise à un moment donné. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'elles s'agitent autour de positions horizontales et que, statistiquement, la position des différents « points » qui forment ces bordures est le plus souvent proche de ces horizontales. Elles en sont, le plus souvent, statistiquement proches, tout comme l'électron est, le plus souvent, statistiquement proche du centre de l'atome.

Un autre aspect du principe d'indétermination quantique est que plus on connaît avec précision la position d'une particule, moins on peut espérer connaître avec précision sa vitesse. Cela résulterait de la nature à la fois corpusculaire et ondulatoire des particules d'échelle quantique.

Évidemment, cela tranche avec la théorie physique classique qui ne considère que les corps qui ont, à tout instant, une position précise dans l'espace, et dont la vitesse est donc connue avec la même précision que celle du déplacement de leur position dans l'espace.

Toutefois, bien que les anneaux horizontaux approximatifs de la phase chaotique de l'expérience de Couette-Taylor évoluent à l'échelle de la physique classique, pas à l'échelle de la physique quantique, on peut déceler dans leur comportement des relations d'indétermination qui sont analogues à celles que l'on trouve à l'échelle quantique.

Ainsi, plus nous chercherons à préciser quel est, à un moment donné, la forme exacte de la frontière qui sépare deux rouleaux, moins nous en saurons alors sur la vitesse avec laquelle cette forme va se déformer, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle elle va s'écarter de cette forme précise. Certes, il resterait à démontrer mathématiquement cette proposition, mais cela semble nécessairement impliqué par la nature réellement chaotique du phénomène :

- si l'on n'est pas du tout curieux de savoir quel est le détail précis de la forme d'une frontière à un moment donné, on peut alors dire sans difficulté quelle sera sa forme globale : elle est parfaitement horizontale, et elle restera toujours parfaitement horizontale, sa vitesse de déformation étant nulle. C'est clair, net et précis. Aussi clair, net et précis qu'est vague, incertaine, et indéterminée la forme exacte que la frontière aura à tel ou tel instant ;
- si, au contraire, on cherche à déterminer quelle forme précise aura la frontière à un instant donné, et cela en la déterminant à partir d'une très parfaite connaissance que nous pourrions en avoir à l'instant immédiatement précédent, l'imprévisibilité de sa déformation chaotique va nous jouer des tours qui nous surprendront d'autant plus que nous la regarderons à une échelle plus fine pour tenter d'en saisir le plus fin détail. En effet, puisque nous sommes incapables de savoir si telle ou telle particule fluide va continuer dans le même sens ou si elle ne va pas brusquement en changer, si elle va continuer tranquillement quelque temps son trajet de façon régulière ou si elle ne va pas brusquement sauter dans l'anneau voisin, plus nous regarderons fin, plus ce chaos imprévisible occasionnera, à cette échelle-là de notre regard, de plus grands et de plus rapides écarts par rapport à notre attente.

Si donc, nous ne cherchons pas à savoir le détail de la forme des rouleaux, nous avons une connaissance parfaite de l'évolution future de sa forme, tandis que, plus nous chercherons à la connaître dans le détail avec précision, moins nous pourrions connaître l'évolution de ce détail.

Bien sûr, cerner la vitesse et la position d'un électron n'est pas la même chose que cerner la forme et l'évolution d'un empilement d'anneaux liquides tourbillonnants, mais l'essentiel est bien là : à notre échelle « usuelle », c'est-à-dire à celle de nos propres yeux, il se produit bien, dans ce type de tourbillonnement, des phénomènes qui exhibent le même type de comportement que celui que la théorie quantique présente habituellement comme spécialement et uniquement réservé à l'échelle quantique.

Tout comme il en va pour l'évolution des particules quantiques, l'évolution des anneaux tourbillonnants ne peut être calculée que de façon statistique : on sait leur forme, en moyenne, mais le détail de cette forme, à un instant donné, est totalement indéterminable.

Et tout comme il en va pour les particules quantiques, plus on en sait d'une de leurs propriétés, moins on en sait d'une autre : plus on connaît à une fine échelle la position de la limite entre deux anneaux, moins on en sait sur ce que sera sa position à la même échelle à l'instant juste suivant.

L'hypothèse qui est ici proposée consiste donc à considérer que le comportement indéterminé des particules quantiques ne serait pas spécialement lié à leur échelle quantique, mais qu'il serait lié aux circonstances particulières de leur formation. Circonstances que l'on peut donc tout aussi bien

retrouver dans d'autres phénomènes à l'échelle de la physique classique, dès lors, du moins, que l'on n'est pas obnubilé par la soi-disant barrière mystérieuse qui existerait entre l'échelle de la physique classique et celle de la physique des particules de type quantique.

Un dernier point mérite d'être souligné : le mouvement complètement chaotique des parcelles fluides génère, dans l'expérience de Couette-Taylor, des formes qui sont de caractère statistique tout en étant parfaitement déterminées et prévisibles (les rouleaux horizontaux), ce qui permet de déclarer que ce phénomène relève d'un comportement typique de « chaos déterministe ». Il en irait donc de même au fondement du comportement quantique des atomes. Toutefois, ce ne sont pas les rouleaux de Couette-Taylor qui ont un comportement caractéristique du chaos déterministe, ce sont les parcelles fluides qui les construisent et, de la même façon, ce ne sont pas les atomes ou leurs constituants principaux dont on doit attendre ce comportement, mais le fouillis qui nous est invisible des circulations de plis infinitésimaux qui les construisent.

Que les équations quantiques soient strictement déterministes n'empêche donc pas, un niveau de fonctionnement au-dessous, que le fonctionnement des entités qui construisent les particules quantiques relève, lui, d'un véritable chaos déterministe.

2-17- la 17ème des 16 étapes du cycle de formation de la matière : **retour « aux points de départ »**

Que se passe-t-il après la 16ème étape ?

Puisqu'il s'agit d'un processus cyclique, on revient au point de départ. Cependant, comme la complexité de la situation s'est progressivement enrichie en franchissant chacune des 16 étapes, et puisque le passage par les 4 dernières a rendu cette complexité indéfaisable, le retour au point de départ n'est pas un banal retour au même, c'est l'arrivée sur une situation qui est semblable à celle du départ par certains aspects, mais qui est fortement différente de celle-ci par d'autres aspects. Plus que d'un cycle, c'est donc d'une spirale qu'il faut parler : on revient au même moment du cycle, mais un niveau de complexité au-dessus.

Dans les chapitres précédents, on a mené en parallèles deux cycles de complexité, celui de référence qui partait des atomes tassés les uns contre les autres en réseau cristallin pour se terminer dans les flux tourbillonnants de l'expérience de Couette-Taylor, et celui qui partait des ondes d'espace pour voir finalement naître l'organisation des atomes. On pourrait donc envisager ces deux cycles comme à la suite l'un de l'autre : on démarre avec les ondes d'espace, au bout d'un cycle se forment les atomes, et le cycle suivant commence avec ces atomes et se termine dans l'appareil de Couette-Taylor.

Ce serait, toutefois, identifier de façon erronée les conditions qui provoquent l'évolution de chacun de ces cycles : le cycle de formation des atomes est complètement contraint par l'évolution de l'univers et il est véritablement irréversible, tandis que le cycle qui va des atomes gelés aux fluides tourbillonnants est un montage bricolé pour les besoins de la démonstration, un montage d'évolutions physiques réelles mais qui ne se produisent jamais dans la réalité dans toute la continuité des séquences que l'on a envisagées. En outre, ce cycle-là n'a rien d'inévitable et d'irréversible : en baissant la température, on peut revenir du liquide au solide, et en arrêtant le fonctionnement de l'appareil de Couette-Taylor, on défait les tourbillons qui s'y étaient formés.

Il existe pourtant une véritable suite entièrement contrainte et irréversible au cycle de la naissance des atomes. Tout comme les déformations des ondes d'espaces se sont progressivement organisées pour produire, en final, les atomes, les atomes se sont à leur tour progressivement organisés en constructions plus complexes. Ces constructions plus complexes, ce ne sont pas les éphémères et réversibles tourbillons que l'on a envisagés, mais ce sont les cellules vivantes qui ont progressivement colonisé l'univers et qui, à leur tour, se sont progressivement organisées en être vivants multicellulaires puis en végétaux et en animaux.

On ne va pas, ici, raconter le développement de ce cycle qui va des atomes aux êtres vivants. Une ébauche de cette présentation, sans toutefois le découpage en 16 étapes qui resterait à réaliser, se trouve dans le texte en ligne « [Comment la vie vit à la matière et comment elle y fonctionne](#) » qui est tiré de la 2ème partie du livre « [L'adieu au Big-Bang](#) ».

Pour résumer très brièvement cette explication de la naissance de la vie, on dira que le fonctionnement de la matière vivante ne relèverait nullement d'un principe distinct du fonctionnement de la matière inerte, mais qu'elle consisterait seulement dans la capacité que les mouvements électromagnétiques usuels ont su trouver pour fonctionner en boucle fermée « vivante », c'est-à-dire « gigotante » sous l'effet de leurs propres circulations.

Le moyen de cette circulation en boucle serait principalement les enroulements des chromosomes dont la forme en hélice n'est rien d'autre que la forme d'un solénoïde qui, lorsqu'un courant électrique le circule, se transforme en aimant. Dans cet esprit, la division des chromosomes, lors de la division cellulaire, ne serait rien d'autre que la séparation brutale de deux aimants de même sens enchâssés l'un dans l'autre qui se séparent pour la même raison exactement que deux pôles aimantés de même signe se repoussent l'un de l'autre. En fait, l'idée est que les chromosomes ne seraient pas une invention compliquée trouvée par les cellules vivantes pour reproduire leur « information » génétique, mais, à l'inverse, ce seraient les « aimants / chromosomes » qui seraient la forme primitive de la vie et qui auraient généré autour d'eux la coquille d'une cellule, cela afin de pouvoir recycler en interne les circulations électromagnétiques qui les animent et qui leur permettent de se dupliquer puis de se diviser.

Après cet aparté, revenons à la 17ème étape, celle qui forme la 1ère étape du cycle qui conduira aux cellules vivantes, mais qui ne nous intéressera ici que parce qu'elle succède à la 16ème étape du cycle de la formation des atomes.

Cette 17ème étape est celle qui voit les atomes s'isoler les uns des autres. À cet égard, peu importe qu'ils restent tassés les uns contre les autres en un réseau cristallin où qu'ils s'agitent librement les uns par rapport aux autres comme ils le font dans un liquide ou dans un gaz, l'important est seulement de considérer que le fonctionnement de chaque atome est désormais distinct et indépendant de celui des autres.

Pour se représenter cette situation, on peut encore, une dernière fois, faire appel à l'expérience de Couette-Taylor. Pendant sa dernière étape, celle pendant laquelle les rouleaux horizontaux se sont reformés sous forme statistique, les parcelles fluides circulaient librement d'un rouleau à l'autre, ce qui nous a fait dire que les rouleaux étaient alors intriqués les uns avec les autres, puisqu'ils mélangeaient leurs parcelles fluides et que le fonctionnement de l'un était donc inséparable du comportement global de l'ensemble du fluide dans l'appareil.

Pour passer à la 17ème étape, il faudrait maintenant imaginer que les rouleaux, à partir d'un certain point, parviennent à fonctionner chacun isolément, c'est-à-dire sans plus s'échanger de parcelles fluides. Ils resteraient ou non collés les uns aux autres, ils resteraient toujours faits de la conjonction seulement statistique du déplacement complètement chaotique de parcelles fluides gigotant frénétiquement en tous sens, mais ces parcelles s'abstiendraient, désormais, de quitter le rouleau particulier qu'elles contribuent à former. À ma connaissance, cette situation n'a pas été vérifiée

expérimentalement, et peut-être que personne n'a même essayé de la vérifier, raison pour laquelle il n'en n'est parlé ici que comme une expérience de pensée pour aider à imaginer ce qui serait l'équivalent de cette situation pour les atomes. Il ne semble cependant pas stupide de penser que, à partir d'une certaine vitesse de rotation, il serait plus économe pour le système dynamique de s'abstenir de faire circuler les parcelles fluides dans tous l'appareil mais de maintenir chacune dans une bande de circulation plus restreinte à l'intérieur de laquelle elle resterait à fluctuer dans tous les sens.

Pour les atomes, donc, on imagine qu'à un certain stade, plus énergétique encore que les précédents, les circulations des déformations d'ondes d'espace qui filaient de l'un à l'autre des atomes intriqués, doivent désormais, pour faire face à ce nouveau surcroît de densité de circulation qui leur est imposé, cesser de vagabonder d'un atome à l'autre et limiter leur errance hasardeuse aux circulations internes de l'un ou l'autre des atomes qui se sont construits depuis cinq étapes.

Cette hypothèse est en phase avec à ce que l'on connaît du fonctionnement des atomes : à leur intérieur, les électrons relèvent du comportement quantique, leur position et leur vitesse étant insaisissables simultanément, tandis que, vus de l'extérieur et à leur échelle globale, les atomes peuvent être bien localisés au microscope électronique, et même « photographiés » les uns à côté des autres.

La validité de cette explication peut aussi être vérifiée à rebours : si l'on refroidit suffisamment certains atomes, ils régressent vers l'état caractéristique de l'étape antérieure, c'est-à-dire la 16ème étape, car c'est ainsi que l'on peut expliquer les condensats dits de « Bose-Einstein » dans lesquels les atomes redeviennent inséparablement intriqués ou, pour le dire en termes mathématiques, tous décrits par une même fonction d'onde. Selon nos explications précédentes sur la formation des atomes, cela revient à dire que, dans un condensat de Bose-Einstein, les déformations d'ondes qui constituent les atomes recommencent à voyager en continu d'un atome à l'autre sans que ceux-ci ne puissent plus être repérés comme des entités autonomes et distinctes.

Une fraction de degré de température plus haute, les atomes fonctionnent comme des entités séparées, et une fraction de degré de température plus basse, ils fonctionnent comme un corps collectif : on est bien là à une frontière entre deux étapes, une frontière que la physique repère comme étant celle de la « décohérence », c'est-à-dire celle qui sépare le monde de la physique quantique et le monde de la physique classique. Selon notre présentation, cette frontière est donc celle qui sépare la 16ème étape du cycle de formation des atomes que l'on vient d'analyser et la 1ère étape d'un nouveau cycle de 16 étapes, un cycle qui verra se former puis se consolider dans le temps les cellules vivantes faites des atomes et des molécules qui ont été générés au cycle précédent de la spirale d'évolution de l'univers.

D'un cycle à l'autre :

Nous revenons maintenant à une conception plus courte de la notion de cycle : non plus, chacun formé par un ensemble de 16 étapes successives, mais chacun constitué de 4 étapes et que l'on a appelés le cycle du point, puis le cycle du classement, puis le cycle de l'organisation, et, enfin, le cycle du nœud.

C'est à un rapide retour en arrière sur l'ensemble de l'évolution envisagée dans cette 2ème partie de l'essai que nous allons consacrer ce dernier chapitre. Le but est de mieux comprendre ce qui se produit de systématique à l'enchaînement de chacun des cycles, c'est-à-dire de mieux comprendre comme on passe d'un cycle à l'autre, ou, pour le dire autrement, ce qui force à passer au cycle suivant.

L'idée est qu'apparaissent, à la 1ère étape de chaque cycle, les unités simultanément isolées les unes des autres et interdépendantes les unes des autres qui résultent de l'échec du phénomène de la dernière étape du cycle précédent à faire progresser son fonctionnement sur une échelle supplémentaire d'autosimilarité.

Cela est dit de façon un peu rébarbative et absconse, certes, mais on va s'attacher à expliciter plus clairement cette notion. Pour cela, repassons en revue les deux séries de cycles que l'on a envisagés, en commençant par celui qui nous a servi de référence.

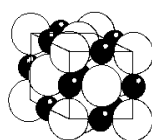
Avant la première étape, on est supposé avoir affaire à des atomes appartenant à un condensat de Bose-Einstein, c'est-à-dire complètement intriqués les uns aux autres et, pour le dire autrement, ne se distinguant pas les uns des autres car partageant tous le même état quantique.

La température augmentant un peu, l'agitation globale des déformations des ondes d'espace échoue à organiser le « chaos déterministe » de l'intrication des atomes sur une échelle de plus, et elle doit accepter de le scinder en unités discrètes. Ce n'est plus qu'à l'intérieur de ces unités, les atomes, que l'agitation quantique va désormais se perpétuer, et le découpage du condensat en atomes discrets les fait d'abord apparaître collés les uns aux autres sous la forme d'un réseau cristallin.

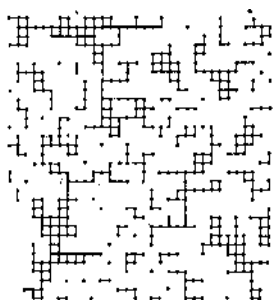
Au tout départ du cycle, nous avons donc affaire, avec les atomes, à une première forme d'unités simultanément isolées et interdépendantes.

*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]



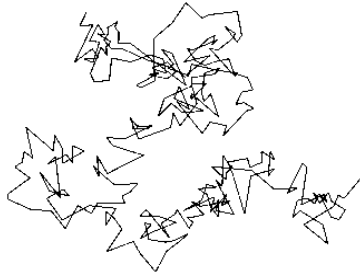
À la fin de ce cycle (voir chapitre 2-4), ce réseau se met à fondre, et les atomes ne sont plus attachés les uns aux autres que par des liaisons faibles qui donnent au liquide son aspect simultanément compact (à tout instant, les atomes sont véritablement liés les uns aux autres sous forme de réseaux continus) et fluide (ces réseaux sont très éphémères, et chaque atome ne cesse d'échanger son appartenance à un réseau contre son appartenance à un nouveau réseau).



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]

Si, par exemple, on considère le cas de l'eau et que l'on y observe l'évolution d'un grain de pollen, celui-ci est bombardé dans tous les sens par les molécules d'eau et il effectue, sous l'effet de ces bombardements, un mouvement chaotique très particulier qui a pris le nom de mouvement brownien.



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*]

Il a été mesuré que ce mouvement était un mouvement fractal, de valeur 2, ce qui signifie qu'il est similaire à lui-même à toutes ses échelles, ou, si l'on préfère, qu'en examinant la figure ci-dessus on ne peut pas dire quelle est son échelle.

Passant d'un réseau éphémère à un autre réseau éphémère, les molécules d'eau accomplissent donc un chemin dont la forme est autosimilaire sur toutes ses échelles, ce qui implique que le mouvement propre des molécules, c'est-à-dire leurs déplacements cumulés d'échappement hors de ces réseaux éphémères successifs, lui aussi est de forme autosimilaire. Cela implique également que les réseaux qui rattrapent au passage ces molécules par le moyen des liaisons faibles hydrogène sont, eux aussi, organisés en structure autosimilaire sur toutes ces échelles, ce qui est la condition nécessaire pour pouvoir rattraper à tout instant des molécules qui suivent un trajet fractal autosimilaire sur toutes ses échelles.

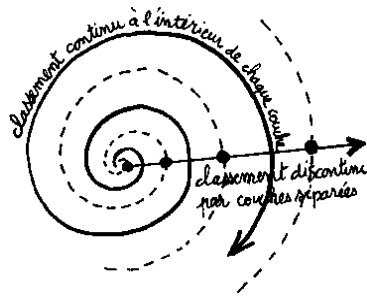
Si la température augmente, le liquide se transforme maintenant en gaz.

On est passé à la 1ère étape du cycle suivant (voir chapitre 2-5). Dans un gaz, les molécules voyagent, elles aussi, selon un mouvement brownien autosimilaire, de même type que dans un liquide tel que l'eau, mais la différence est que ses molécules ne se font plus rattraper par des réseaux éphémères qui les accrochent fugitivement les unes aux autres, chacune allant désormais son chemin complètement séparé. En principe, chacune va droit devant elles, mais, occasionnellement, elle se bute contre l'une ou contre l'autre de ses semblables, et c'est le résultat de ces chocs occasionnels qui la détourne aléatoirement de son trajet et qui prend la forme d'un mouvement brownien.

Entre la dernière étape du cycle précédent et la première étape du nouveau cycle, il y a donc eu échec du liquide, compte tenu des conditions devenues trop énergiques, à reproduire son mode d'accroche des molécules au moyen de réseaux autosimilaires à toutes les échelles. Il en résulte des molécules qui sont désormais complètement isolées les unes des autres, tout en étant simultanément interdépendantes les unes des autres du fait du volume confiné où elles sont restreintes et qui les contraint à se cogner de temps en temps les unes contre les autres. Échec d'un niveau d'organisation autosimilaire du fonctionnement, obtention, en conséquence, d'unités à la fois isolées et interdépendantes, on retrouve donc bien ici le processus dont il a été fait l'hypothèse.

Passons à la fin de ce cycle (voir chapitre 2-8).

Nous avons affaire à un fluide où les molécules effectuent à nouveau un mouvement autosimilaire à lui-même sur toutes ses échelles, mais, cette fois, c'est collectivement qu'elles le font, puisque ce mouvement est celui d'un tourbillon en spirale. L'aspect autosimilaire d'une telle figure est clairement lisible dans le fait que l'on ne peut pas savoir à quelle échelle on voit une spirale : en est-ce une toute petite vue de très près, ou en est-ce une gigantesque vue de très loin ?



8ème 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]

Le passage à l'étape suivante correspond à l'échec de cette spirale, compte tenu de l'énergie du flux devenu trop violente, à prendre en charge de façon continue le différentiel de vitesses impliqué par ce flux.

À l'échelle où cette prise en charge échoue, la spirale se casse, et une nouvelle spirale démarre alors en sens inverse : on a alors affaire à une allée de von Karman.

9ème étape du cycle de référence :

une allée tourbillonnaire de von Karman en avant d'un cylindre. Les tourbillons spiralants forment une chaîne continue tout en étant complètement coupés les uns des autres par des sens de rotation opposés



[d'après un cliché S. Taneda, Université de Kyushu (tiré de M. Van Dyke- 1982)
extrait de "La Turbulence" de Marcel Lesieur aux Presses Universitaires de Grenoble]

Cette fois encore, l'échec de la forme autosimilaire à gonfler à plus grande échelle produit donc des unités bien indépendantes l'une de l'autre (des spirales aux sens de rotation inverses) et simultanément complètement dépendantes les unes des autres (des spirales attachées l'une à l'autre en continu).

À la fin de ce cycle (voir chapitre 2-12), les tourbillons ont à nouveau réussi à trouver une forme d'organisation autosimilaire à toutes ses échelles, celle des petits tourbillons dans les grands. On peut juste remarquer que le nombre des échelles est maintenant limité à 2 ou 3. Ainsi, dans la simulation représentée ci-dessous, les tourbillons bleus forment ensemble un tourbillon de plus grande échelle dans lequel ils tournent dans le même sens, et, à plus grande échelle encore, ils s'assemblent avec le tourbillon jaune qui tourne en sens inverse pour générer ensemble un plus grand tourbillon qui reste cohérent et sait ne pas se défaire malgré le conflit des sens de rotation qui fonctionnent à son intérieur.

12ème étape du cycle de référence :

une frontière génère, sans la refermer totalement, l'enveloppe d'un tourbillonnement de grande échelle qui englobe en lui de plus petits tourbillons qui tournent en sens inverses l'un de l'autre (le jaune tourne dans un sens, et les deux bleus tournent dans l'autre)

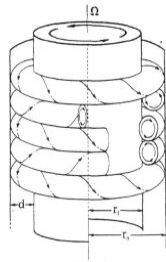


image utilisée : détail du champ de vorticité dans une simulation numérique de tourbillons dans un sillage bidimensionnel lointain
[d'après un cliché Y. Fouillet (Grenoble), extrait de "La Turbulence" de Marcel Lesieur aux Presses Universitaires de Grenoble]

Sous l'effet d'une dynamique encore plus forte, le tourbillonnement échoue à former un niveau de hiérarchie complémentaire et il se referme sur lui-même. C'est ainsi que l'on a envisagé la situation des premiers tourbillons apparaissant dans l'expérience de Couette-Taylor.

13ème étape du cycle de référence :

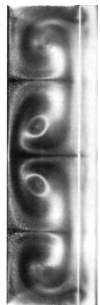
les paires de « rouleaux de Taylor » sont formées de spirales continues qui tournent en sens inverses l'un de l'autre



Source de l'image : site de Richard M. Lueptow
(http://www.mech.northwestern.edu/fac/lueptow/TC_Rich_new.html)

à droite :

vue en coupe des paires de rouleaux qui se forment dans le 1er temps de l'expérience. Elle montre l'analogie qu'il y a, à ce stade, avec la hiérarchie des tourbillons obtenue à l'issue de la 12ème étape



Source de l'image : The Nature of Chaos - Edited by Tom Mullin - Oxford Science Publications - 1993

À nouveau, avec ces rouleaux tourbillonnants horizontaux, on a donc affaire à des unités à la fois bien distinctes les unes des autres et simultanément interdépendantes les unes des autres, puisque les rouleaux se collent l'un à l'autre de façon assez similaire à la façon dont les atomes du réseau cristallin initial se collaient les uns aux autres.

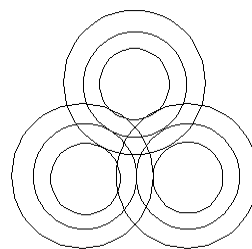
Puis, à la fin de ce dernier cycle, on trouve les rouleaux à la réalité seulement statistique dont Tom Mullin, en particulier, s'attache à montrer que le flot chaotique aurait un « portrait de phase » caractéristique d'un comportement autosimilaire d'échelle (voir « Chaos in fluid dynamics », par Tom Mullin dans « The nature of chaos » - Oxford University Presse - 1993, et, sur internet : « [Turbulent times for fluids](#) »).

Après les 4 cycles de référence, venons en maintenant aux 4 cycles dont on a fait l'hypothèse qu'ils correspondaient à la naissance progressive des atomes.

Au départ, on a pris la situation des ondes d'espace pulsant de façon autosimilaire sur toutes les échelles de l'univers, et on a supposé que, à très grande échelle, la parfaite coordination de leur pulsation échouait à se trouver.

À nouveau, donc, nous finissons un cycle avec une situation autosimilaire, et nous lui faisons initier le cycle suivant par son échec à assurer ce caractère autosimilaire sur une échelle supplémentaire. De cet échec, il résulte que le cycle suivant va démarrer avec des couples d'ondes d'espace contraints de faire face individuellement à des déformations qui vont les gêner, et ces ondes, bien que parfaitement individualisées, sont aussi complètement interdépendantes des autres, puisque toutes rebondissent les unes sur les autres.

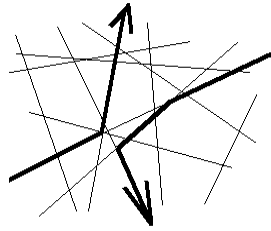
Schéma illustrant le point de départ du cycle de formation de la matière : les ondes d'espace rebondissent les unes sur les autres, ce qui leur permet de rester stationnaires, c'est-à-dire de pulser sur place



À la fin de ce premier cycle, nous avons supposé la formation d'un réseau continu mais instable de plis des ondes d'espace, circulant sur ces ondes en files indiennes.

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

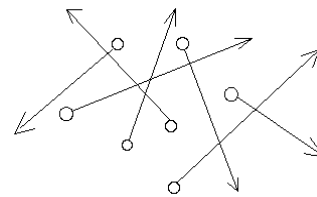


Nous n'étions pas là pour les observer, mais, si ces trajets continus de plis ont vraiment existé, on peut penser que, pour ainsi prendre en charge, et sans jamais les lâcher, des déformations intéressantes toutes les échelles des ondes d'espace, ces trajets devaient posséder un caractère autosimilaire et ils devaient donc s'apparenter à un mouvement brownien de dimension fractale 2, tel qu'on l'a vu pour les mouvements des molécules d'eau à la même étape du cycle de référence.

Lorsque le débit des plis à évacuer s'est encore accéléré, la continuité de leurs trajets selon toutes les directions de l'espace n'a pas pu se maintenir, et ses différentes directions se sont déconnectées les unes des autres, chacune étant désormais prise en charge par un trajet particulier.

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



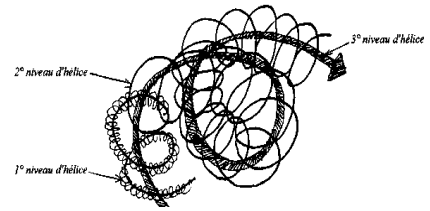
À nouveau, donc, un échec de l'autosimilarité d'échelle à se maintenir après un surcroît de dynamisme se traduit par la formation d'unités bien distinctes les unes des autres. L'interdépendance simultanée des jets droits ainsi formés n'apparaît pas dans leur comportement, mais elle est dans le partage régulier qu'ils se font entre eux des diverses directions de l'espace.

Dans le passage entre le liquide et le gaz, on avait vu que l'un des aspects de l'autosimilarité d'échelle s'était exténué, celui concernant l'adhérence des molécules, et qu'un autre s'était maintenu, celui de la forme des trajets, les molécules continuant alors à voyager selon un mouvement brownien autosimilaire. Dans le cas des trajets des plis des ondes d'espace, là aussi la connectivité des trajets selon toutes les directions cesse faute de pouvoir se maintenir de façon autosimilaire à toutes les échelles, mais le mouvement des jets reste autosimilaire sur toutes ses échelles, puisque le pli local qui va droit devant lui appartient à un jet droit regroupant des milliards de plis qui a également la forme droite, quelle que soit l'échelle à laquelle on le considère.

À la fin du cycle, les trajets ont réussi à tordre le trajet droit qui prévalait au début du cycle tout en lui permettant de retrouver une forme autosimilaire sur plusieurs échelles, ce qui a débouché, du moins selon notre hypothèse, sur l'enroulement de trajets continus en hélice d'hélice. Avec cette forme, les trajets redeviennent capables, comme à la dernière étape du cycle précédent, de rester continus tout en prenant en charge toutes les directions de l'espace, mais il a fallu passer par quatre étapes successives pour organiser progressivement la transition entre la façon brownienne aléatoire de réussir cela et la façon très construite des enroulements en hélice d'hélice qui obtient le même résultat dans une circonstance dynamique beaucoup plus violente.

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

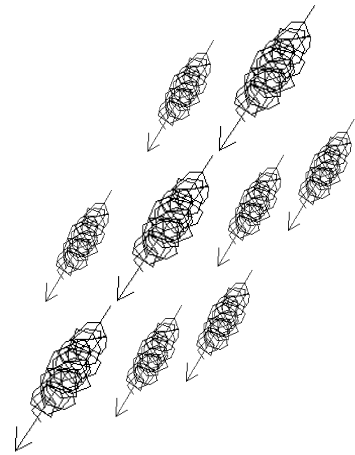


On y est maintenant habitué : l'échec de cette forme d'enroulement en hélice d'hélice à prendre en charge une dynamique encore plus violente débouche sur la formation d'entités à la fois individualisées et interdépendantes. Cette fois, l'enroulement obtenu au moment de chaque échec à l'enroulement sur une échelle supplémentaire forme un neutrino, et l'interdépendance des neutrinos résulte simplement de leur embouteillage, débités qu'ils sont en rangs continus et densément serrés.

9ème étape du cycle de formation de la matière :

l'hélice en hélice d'hélice continue du quasar se décompose maintenant en entortillements séparés les uns des autres, correspondant à la plus grande échelle où la continuité du mouvement en hélice d'hélice a réussi à se trouver.

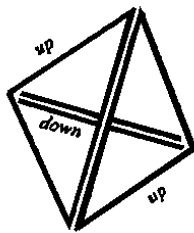
C'est la naissance des premières particules, les neutrinos



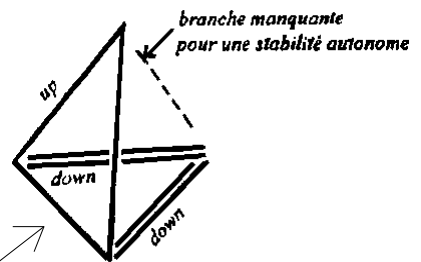
À l'étape suivante du cycle, ces neutrinos s'assemblent en boucles fermées à 2 ou 3 pour former les quarks down et up, à l'étape encore suivante, ces boucles planes s'enrôlent en boucles 3D sur une plus grande échelle pour former les protons et les neutrons, et enfin, à la dernière étape du cycle, ces protons et neutrons se groupent à leur tour entre eux pour former, par exemple, de l'hydrogène lourd, accompagnés pour cela d'une boucle de plus petite taille pulsant en sens inverse, l'électron.

11ème étape du cycle de formation de la matière :

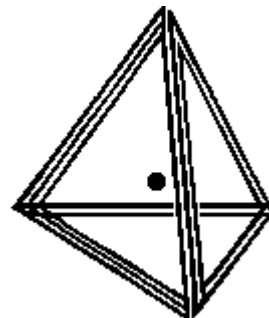
création des protons, chacun formé de 2 quarks up et de 1 quark down



et des neutrons, chacun formé de 2 quarks down et de 1 quark up



un atome d'hydrogène lourd (deutérium) formé à la 12ème étape : un proton et un neutron emboîtés l'un sur l'autre, et accompagnés d'un électron.



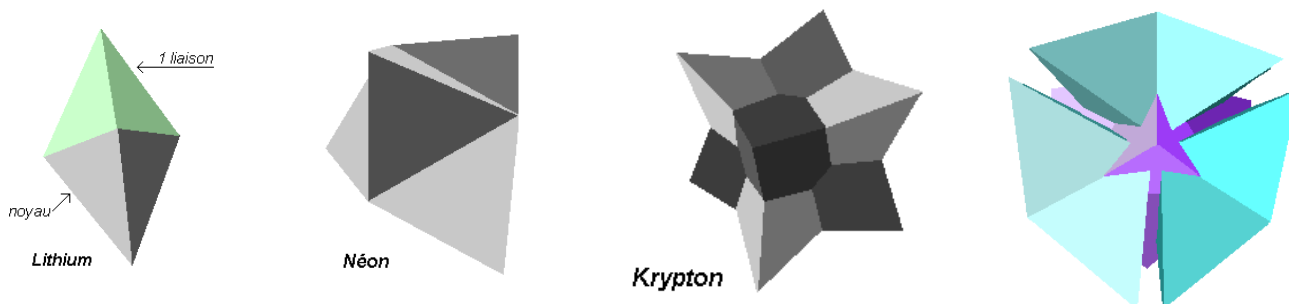
12ème étape du cycle de formation de la matière :
la pulsation électrique des ondes d'espace dans un atome.

Le proton (+) et l'électron (-) tirent à l'excès et de
façons contraires sur les ondes d'espace, y retranchant
ou y ajoutant des quantas de surface, et générant ainsi
un fonctionnement centre-périphérie qui manquait encore
à la structure tridimensionnelle créée à l'étape précédente.



Ainsi, l'atome obtenu forme finalement une pulsation alternée entre son centre (l'électron) et sa périphérie (le proton), une pulsation qui est donc bouclée selon le sens de cet échange alterné, et cette boucle est elle-même composée de boucles de circulations plus petites (l'électron, le proton et le neutron), et les plus grosses de ces boucles sont elles-mêmes composées de boucles de circulation encore plus petites (les quarks, dans lesquels les neutrinos circulent eux aussi en boucles, à 2 ou à 3). Le fonctionnement en boucle est donc, ici, la forme similaire d'organisation que l'on retrouve de façon identique sur plusieurs échelles du fonctionnement de l'atome qui est obtenu à la fin du 3ème cycle.

Avec les atomes composés, on a vu que les atomes de deutérium, pour la plupart, s'étaient assemblés en couples de spins inverses pour former de l'hélium 4, puis que cet hélium s'était à son tour assemblé avec d'autres atomes d'hydrogène en nombres variables pour faire des constructions organisées sur une plus grande échelle d'organisation encore. Une encore plus grande échelle, donc, de boucles fermées organisant en elles des boucles fermées plus petites.



quelques exemples d'atomes obtenus par assemblages de plus en plus complexes d'atomes d'hydrogène
montés sur un, puis sur deux noyaux emboîtés d'hélium 4. À l'extrémité droite, il s'agit d'un atome appartenant
à la 6ème ou à la 7ème période de la classification périodique des éléments

Puis, comme pour les tourbillons hiérarchiques du cycle de référence que l'on a vu incapables de s'organiser sur une échelle supplémentaire et qui se sont alors refermés chacun sur soi, on a supposé que la même chose arrivait aux atomes qui, au début du dernier cycle de leur formation, renonçaient à s'organiser à plusieurs dans une boucle d'échelle encore supérieure et se sont désormais refermés chacun sur soi.

À la fin du dernier des 4 cycles de formation des atomes, on a supposé l'existence de l'intrication complète des atomes dans le « chaos déterministe » d'un condensat de Bose-Einstein, chaos auquel, comme tous les chaos déterministes, on est amené à supposer qu'il fonctionne de façon autosimilaire sur toutes ses échelles. Lorsque l'agitation des ondes d'espace augmente la température au-delà de ce que cette organisation peut réussir à faire de façon similaire sur toutes les échelles, vient alors le moment que les physiciens dénomment « la décohérence », et chaque atome se retrouve à désormais former une unité isolée qui ne connaît plus le mode de fonctionnement quantique qu'à son intérieur.

On est maintenant revenu à la 1ère étape du cycle de référence par lequel on avait commencé cette récapitulation.

On vient de voir la régularité de ce qui se passe à chaque saut d'un cycle à l'autre, mais un coup d'œil en arrière permet aussi de noter la nature différente, chaque fois, de la dimension d'autosimilarité d'échelle dont le ratage provoque le passage au cycle suivant, et comment cette particularité s'accorde avec le découpage en cycle du point, puis du classement, puis de l'organisation, puis du nœud.

D'abord, c'est la dimension d'adhérence, de connectivité qui échoue à maintenir plus longtemps les réseaux de liaisons faibles du fluide ou la continuité des trajets des déformations des ondes, et qui, ce faisant, laisse apparaître les points libres (les atomes à l'état gazeux) ou les points sources (d'où partent les jets droits de déformations des ondes d'espace).

Ensuite, c'est une pure question de taille qui fait échouer l'agrandissement des enroulements en spirale ou en hélice d'hélice, et qui voit apparaître le classement linéaire des spirales ou des hélices qui sont désormais débitées de façon continue les unes après les autres.

Ensuite encore, c'est la dimension de hiérarchie des tourbillons fluides ou des boucles de circulation des déformations qui échoue à se reproduire sur une échelle supplémentaire, ce qui fait alors apparaître l'organisation mature close sur elle-même des rouleaux horizontaux tourbillonnants de l'expérience de Couette-Taylor et celle des atomes simples ou composés.

Enfin, lorsque l'organisation purement statistique du chaos déterministe au comportement très probablement fractal échoue à se maintenir sous l'effet d'un surcroît de dynamisme, c'est la permanence statistique dans le temps qui apparaît, soit des rouleaux horizontaux continus qui s'étaient formés au début du cycle du nouage dans le temps, soit des atomes aux circulations internes continues qui s'étaient isolés à la même 1ère étape de ce dernier cycle.

Ces nœuds statistiques ayant ainsi acquis leur permanence dans le temps, deviennent alors les nouveaux points durs qui vont initier un nouveau niveau de fonctionnement de l'univers, lequel prendra à son tour le temps de quatre cycles pour parvenir à sa maturité et pour lancer l'étape suivante de l'évolution de l'univers.

Dernière mise à jour de ce texte : 27 décembre 2009

[\(lien de retour vers les étapes 1 à 8\)](#)

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

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

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

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