

## L'ESPACE, LE VIDE ET LE NEANT.

*Une pensée profonde m'était venue à l'esprit ce jour-là : « les mots sont des fantômes ». Certains surgissent dans votre esprit et vous ne pouvez plus les enlever. Et ces mots-là sont capables de vriller votre cerveau qui se torture à chercher une explication. Impossible, direz-vous ! Chaque mot a sa signification précise, le dictionnaire étant là au besoin pour vous la rappeler. Ainsi, le mot « chaise » désigne sans ambiguïté « un siège à dossier, sans bras » (Larousse). Vrai, mais encore faut-il savoir ce que veulent dire les mots « siège » et « bras », dont le dictionnaire donne une définition avec d'autres mots qu'il faut eux-mêmes définir, etc. Mais si finalement pour une chose matérielle le mot peut nous permettre de visualiser cet objet, fût-ce une étoile ou un nuage moléculaire, qu'en est-il pour des abstractions, idées, sentiments et autres... ? Car certains mots ne peuvent pas représenter une « chose » si cette dernière n'est pas matérielle.*

*Tiens, que dire, par exemple, des mots tels que « espace, vide et néant » ? Je m'étais plongé alors dans mon vieux Larousse pour constater qu'il m'avait laissé sur ma faim. Le dictionnaire ne m'en apprenait pas plus que ce que je subodorais déjà, et ne me laissais qu'une vague idée de leur signification profonde, même en ne restant que dans le domaine physique. Espace ? « Une étendue indéfinie qui contient et entoure les objets »... Vide ? « Espace assez vaste qui ne contient rien »... Rien ? « Absence de quelque chose ». Néant ? « Le non-Être, ce qui n'existe pas »...*

*Étant quelque peu perdu, j'avais comme par le passé fais appel à mon double, cet Y qui m'accompagne, plus réfléchi et logique que moi (X, cet inconnu curieux qui ne connaît pas grand-chose bien qu'il fût moi.*

### **Le néant**

Y - Pas facile de répondre à ton questionnement. Surtout que les idées tant philosophiques que scientifiques sur ces notions qui te préoccupent ont beaucoup évolué au cours des temps. Mais essayons d'y voir un peu plus clair, sans nous leurrer, car nous ne ferons que survoler ces sujets. À ton avis, par où commencer ?

X - Heu... il me semble que ce serait bien de progresser du néant vers l'espace puis le vide.

- Bien raisonné. De ce qui est rien à ce qui est presque rien en passant par ce qui le contient.

- Ça commence fort ! Donc le néant...

- ... pose problème en physique, au point qu'il l'ignore et n'en parle jamais. Le langage courant, en revanche, l'emploi volontiers, un peu à tort et à travers, et on le trouve dans le mot fainéant, les verbes fainéanter, anéantir, néantir ou néantiser (concevoir comme non-Être, détruire...), etc. Et bien sûr c'est surtout un mot dont les philosophes se régalaient. Des chapitres, des livres entiers, lui ont été consacrés. Quand Hamlet prononce son fameux « to be or not to be », « être ou ne pas être », il parle (peut-être sans le savoir) de l'Être et du néant.

- Comprends pas !

- Car le néant est l'absence d'existence, ou, comme disaient certains, « un grand vide éternel ». Et donc il est l'inverse, si tu veux, de l'existence, ou mieux, diraient les philosophes, de l'« Être » (remarque qu'ils mettent une majuscule à ce mot qui semble le mériter). On ne peut parler du néant sans faire référence à cet « Être » et évidemment au « non-Être ».

- ???

- Je ne vais pas te faire ici un cours de philosophie, mais n'évacuons pas le problème du

néant trop rapidement. En résumé, disons que plusieurs écoles s'affrontent.

Pour les uns, dont le Grec **Parménide** (fin VI-milieu V avant JC), le néant est Non-Être, c'est-à-dire qu'il n'existe pas. **Bergson** (1859-1941) dira aussi bien plus tard que ce n'est qu'un pseudo concept sans essence, n'existant que dans nos pensées ; mais il s'interroge : « *pourquoi y a-t-il l'Être plutôt que rien ?* », et répond qu'il est absurde de se poser cette question car elle présuppose l'existence d'un néant... qui n'existe pas, étant précisément la « négation » de l'Être...

Pour d'autres, en revanche, le néant est quelque chose. **Démocrite** (460-370 avant JC) l'assimile à un Non-Être qui est le vide tandis que l'Être est le plein (cela rappelle la philosophie chinoise du Yin et du Yang). **Aristote** (384-322 avant JC) est dans la même ligne, mais pour lui le néant est « *en puissance* » (potentiel) alors que l'Être est « *en acte* » (réalisé). Ce que l'on retrouve sous une autre forme dans **Hegel** (1770-1831), l'union de l'Être et du néant étant le *Devenir*, car tout passe du néant à l'Être et réciproquement. **Bossuet** (1627-1704) dans ses sermons ne dit-il pas que « *tout ce qui est né pour finir n'est pas tout à fait sorti du néant où il est aussitôt replongé* » ? Il signifie là que les hommes, entre autres, naissent fugitivement du néant et y retourne bien vite à leur mort.

Et pour d'autres encore le néant « est » ! Mais oui ! Pour les néo-platoniciens, c'est un néant de transcendance, hors de la pensée de l'homme, certes, mais il existe, étant tout simplement autre que l'Être. Et **Heidegger** (1880-1976), qui regrette que « *la science ne veut rien savoir du néant* », dit cependant que le néant se tient au cœur même de l'Être. Ce qu'écrit aussi **Sartre** (1905-1980) : « *le néant hante l'Être* ».

- Ouais ! Tout ça, c'est de la philosophie, mais en quoi cela nous avance-t-il ?

- Je t'ai prévenu. On est ici plus en philosophie qu'en physique. Mais cela nous aide à réfléchir sur ce néant qui a été (peut-être) le précurseur de l'univers. Alors, si on croit que le néant existe, qu'est-il exactement ? Est-ce que l'Univers, avec un grand U, découle de cet non-Être-là, absolu, nécessaire, éternel ?

- Redescends sur terre ! Il me semble bien que ce néant n'est finalement qu'une histoire intellectuelle permettant de longues cogitations aux acharnés de philosophie, et parfois de littérature. Le néant n'est pas synonyme de vide, ni d'ailleurs du « rien » et de « rien ». Je rejoins **Bergson** et certains autres : le néant n'est pas une notion physique, il n'existe donc pas ! Seul existe l'idée que l'on s'en fait ; ce n'est qu'une interrogation propre à l'homme. Interrogation sur l'existence de notre esprit avant notre naissance et après notre mort : étais-je et serais-je néant ? Si l'homme n'existait pas, un dieu pourrait contempler quand même le ciel et la Terre, mais il ne trouverait nulle part le néant... à moins qu'il ne soit lui-même... néant.

*Ouf ! Je ne m'étais jamais parlé si longtemps intérieurement, prenant la place de mon double. Mais je fus content d'avoir pu exprimer quelques idées personnelles, signe d'une maturité un peu tardive, ce qui permis à Y de se moquer gentiment de moi.*

- Très bien ! Tu progresses, mon vieux. Un jour, tu n'auras plus besoin de mes lumières... Mais tu as raison, oublions ce néant, et cela d'autant plus que l'univers, avec majuscule ou non, ne serait pas né du rien, non !, de ce néant qui n'est rien, mais plutôt peut-être du vide. On verra cela un peu plus tard, car il nous faut auparavant méditer sur l'espace.

- Espace ? Je veux bien. Surtout que, à y réfléchir, je ne sais pas trop bien ce qu'il recouvre.

## Ces mystérieux espaces des philosophes

Y – Tu n'es pas le seul ! Sa définition a variée au cours des temps et l'espace peut être appréhendé philosophiquement, géométriquement, physiquement, mathématiquement... sans oublier les diverses acceptations du terme. On pourrait croire à un mot passe-partout : étendue indéfinissable entourant les objets, volume occupé par quelque chose, milieu extraterrestre, étendue, ensemble des points dont la position est définie par trois coordonnées... Mais, évidemment, avant que la géométrie et la physique s'en mêlent, les philosophes en ont fait leurs choux gras en essayant de répondre à leur questionnement : qu'est-ce que l'espace, qui y-a-t-il au-delà, est-il infini, peut-il être vide, etc. ? On a discuté longtemps sur cette espace dont tu vois les relations proches avec le vide et le néant.

Je te la fais rapide sur son approche philosophique qui a évolué au 16<sup>ème</sup> siècle. Avant, le raisonnement s'est fait à partir de la notion de lieu, celle donnant sa place aux « choses » qui délimitent plus ou moins l'espace. Au 16<sup>ème</sup>, l'espace devient plutôt un réceptacle pouvant contenir des « choses », ou pour certains éventuellement rien du tout, mais pas forcément du vide. Et évidemment dans ce concert on retrouve presque toujours les mêmes grands auteurs dans leur explication souvent farfelue du monde visible.

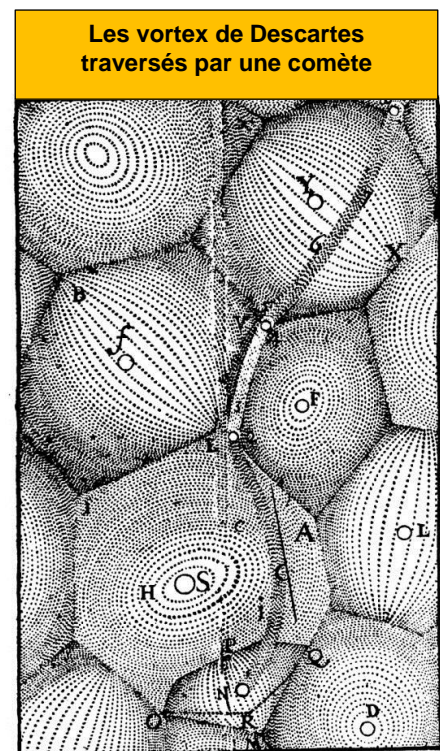
Allez, commençons par **Thalès** (625-546 avant JC.) qui pense que le milieu est un liquide dans lequel flotte la bulle du monde. **Anaximandre**, son contemporain (vers 610- vers 546 avant JC) qui lui succède à l'école de Milet, nomme *apeiron* ce milieu, qui est infini et surtout indéfini.

Pour **Platon** (428-348 avant JC.), chaque corps a un lieu délimitant l'espace qui le contient, lieu qui est propre à chaque corps. **Aristote** (384-322 avant JC), disciple du précédent, distingue l'espace sublunaire du supralunaire, le premier n'étant qu'imperfection, le second perfection qui s'étend jusqu'aux étoiles où finit l'univers, sans rien, sans même... du vide. Et donc pour lui l'espace ne peut que se définir par son contenu...

En gros, dans l'antiquité on distingue un univers comme étant une bulle de matière, d'un univers physique qui est l'espace.

Les siècles passent sans grandes avancées de la pensée. Puis vint la Renaissance et les réformateurs qui commencent à détruire le cosmos des Anciens. **Copernic** (1473-1543) détrône la Terre, **Brahé** (1546-1601) voit surgir une étoile nouvelle dans le ciel, **Digges** (1545-1595) s'aperçoit que les étoiles ne sont pas sur la sphère des fixes. Mieux, **Patrizi** (1529-1597) considère enfin que l'espace est géométrique, et son contemporain **Bruno** (1548-1600) détaille un univers infini en oubliant trop les considérations théologiques...

C'est aussi le tour des fondateurs de la physique philosophique moderne, d'abord de **Galilée** (1564-1642) qui prône l'universalité des lois de la nature, de **Kepler** (1571-1630) qui découvre ces lois, de **Descartes** (1596-1650) qui géométrise l'espace avec ses coordonnées, tout en soutenant comme **Aristote** que l'espace est l'essence de la matière et ne se distingue pas de celle-ci. L'espace de **Descartes** ne peut être vide, mais rempli de tourbillons qui se chevauchent, sans laisser une petite place au vide qu'il dénie...



Puis pour le philosophe anglais **Henri More** (1614-1687), professeur à Cambridge, qui influença fortement la physique (encore appelée à cette époque « philosophie naturelle ») de **Newton**, un de ses élèves, un corps se meut par rapport à un autre corps et aussi par rapport à l'espace qui est une « étendue » bien réelle et absolue. C'est une substance indépendante de toute matière, et, même si elle est vide de cette matière, elle n'en est pas pour autant le néant. Et comme d'autres à cette époque, l'espace infini, homogène, éternel, absolu, ne peut venir que de l'Être suprême, **More** reconnaissant ainsi la divinité de l'espace et la spatialité de Dieu.

Le philosophe néerlandais **Spinoza** (1632-1677) revient à l'étendue cartésienne rempli de matière, ayant donc horreur du vide, tout en distinguant l'étendue perçue par les sens de l'étendue perçue par l'esprit...

Citons encore **Kant** (1724-1804) qui, enfin, tend à mener la philosophie naturelle vers une métaphysique un peu plus rigoureuse, étant alors bien au courant des avancées de la connaissance astronomique. Pour lui, le centre de toute connaissance est l'homme. L'espace, par exemple, n'est qu'une représentation de notre sensibilité, une forme de l'intuition, déjà présente dans notre esprit. Ainsi, l'homme peut concevoir un espace sans objets, mais pas d'objets sans cet espace qui est un tout, un « universel », une « grandeur infinie » qui peut avoir une multitude de représentations...

- Stop, j'en ai assez entendu sur les conceptions métaphysiques de l'espace.

- Tu as raison, car on pourrait discourir encore longtemps sur les conceptions diverses.

Résumons brièvement ce que l'on a appris. L'espace, finalement, serait une sorte de contenant, pas une enveloppe, non, mais plutôt le volume, fini, indéfini ou infini, délimité par ce contenant, et cela sans préjuger de son contenu. Cependant, pour certains, l'espace ne peut exister que s'il contient quelque chose qui n'est pas le vide, alors que pour d'autres il est présent quel que soit le contenu, vide y compris, ce vide étant considéré alors comme une substance (presque) comme une autre.

De plus, avec **Descartes** et après, on passe des conceptions philosophiques basées sur la seule vision intellectuelle des phénomènes à des explications qui tendent plus vers la physique en passant par la « philosophie naturelle » puis la métaphysique. L'espace, entre autres, tend à s'éloigner des cogitations des esprits fertiles des purs philosophes pour préoccuper des chercheurs s'attachant moins aux considérations humaines, religieuses ou autres, qu'aux observations, expériences et calculs. L'espace naguère « sensible » devient enfin « intelligible », pour reprendre Alexandre **Koyré** (1892-1964) dans son livre « Du monde clos à l'univers infini » (paru en 1967 en anglais, version de poche en français « idée/gallimard » de 1973, l'auteur consacrant des chapitres entiers à l'espace), c'est-à-dire un véritable objet d'études de ses propriétés.

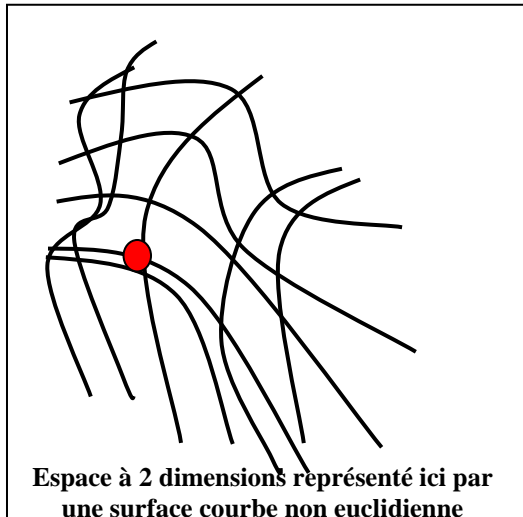
### Vint Newton puis Einstein

Ce mouvement prononcé vers la physique devait trouver sa première apogée avec **Newton** (1643-1727) qui n'était pas un philosophe mais un savant, ce que l'on appellerait maintenant un physicien. Il a adopté le point de vue de **More** en le développant : dans l'espace, on positionne un objet relativement à une référence de base. L'espace est donc une sorte de grille servant de repère dans les trois dimensions. Et c'est sur ce cadre fixe que les corps sont au repos ou en mouvement, même si ce mouvement n'est pas uniforme et rectiligne. L'espace ne peut donc n'être qu'absolu (tout comme pour lui le temps, mais c'est une autre histoire),

et on a vu précédemment comment il le prouvait avec son expérience du seau tournant rempli d'eau.

X – Mais on a vu aussi que bientôt a été battu en brèche cet espace absolu.

- Après des siècles de silence devant la parole devenue sacrée du maître, on a commencé à douter de cet espace inamovible solide comme du roc. Valable partiellement, la théorie de

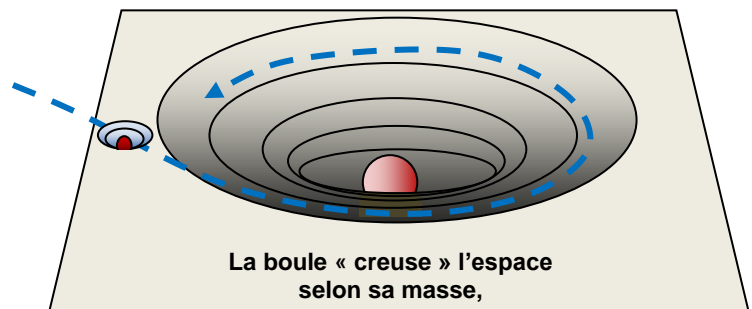


**Newton** est apparue incomplète au 19<sup>ème</sup> et début 20<sup>ème</sup> siècle. L'électricité, le magnétisme, puis la théorie électromagnétique de **Maxwell** (1831-1879), les expériences de **Michelson** (1852-1931) et **Morley** (1838-1923) de 1881 à 1887 sur le vent d'Éther, et les interrogations de **Mach** (1838-1916), les Relativités d'**Einstein** (1879-1955), ont écorné et finalement battu en brèche ce sacrosaint espace absolu.

- Et donc **Einstein**...

- ...révolutionne cet espace qui devient malléable comme du caoutchouc. La géométrie de l'espace, qui auparavant était euclidienne, a été étendue. Grâce aux travaux de **Gauss** (1777-1855), **Lobatchevki** (1826-1866) ou **Rieman** (1826-1866), qui

inventent des espaces mathématiques abstraits, on a commencé à accepter qu'il peut être non euclidien, courbe, et la cosmologie de l'espace s'est affermie avec les Relativités. La courbure épouse (représente ?) les masses, la gravité n'étant plus une force mais le résultat de cette courbure dans un univers que l'on pense alors fini mais non borné. De plus, on s'aperçoit avec **Minkowski** (1864-1909) que le temps se joint à l'espace dans un espace/temps global.



### Au-delà d'Einstein

X - Et on en reste là, je suppose. Qu'inventer d'autre à propos de l'espace ?

Y - Avec et après **Einstein**, on comprend que l'espace physique qui nous entoure peut être encore plus complexe. Le nôtre est unique, bien sûr, puisque c'est celui où nous vivons, mais on ne sait rien de son infinitude, ses dimensions, sa géométrie, sa forme, sa topologie, que sais-je encore... c'est une parmi les innombrables possibles. Et là on retombe dans les considérations quelque peu abstraites mathématiques, dépendant d'ailleurs du point de vue. Rapidement, car on en a déjà parlé plusieurs fois précédemment, disons qu'à l'échelle de l'univers, sa forme pourrait-être torturée. L'espace visible pourrait avoir toutes les courbures possibles : plate, négatives (hyperboliques), positives (sphériques), imposant des contraintes sur son infinité.

Plus bas, au niveau de l'univers visible, l'espace nous semble avoir une courbure plus ou moins forte, selon que l'on considère l'environnement des corps, planètes, étoiles naines, étoiles à neutrons, trous noirs, etc. On est là dans le domaine de la Relativité Générale.

En focalisant notre vue, la courbure paraît s'estomper, notre espace local est à nouveau plat à nos yeux (ce qui fait d'ailleurs le bonheur des « platistes », partisans illuminés de la platitude de la Terre). C'est ici le règne de la mécanique classique comme de la Relativité Restreinte.

- D'accord, mais on peut aller plus bas encore avec un microscope.

- Certes, en grossissant un petit bout d'espace, et ce bien au-delà du niveau microscopique, nous voilà dans un espace qui redevient alambiqué avec une courbure indéfinie, une topologie variable... On entre dans la surprenante **théorie quantique** dont on a déjà parlé mais dont je me permets de redire quelques mots.

Comme les espaces courbes mathématiques de **Riemann** et autres étaient la clé de la Relativité Générale, les espaces vectoriels de **Hilbert** (1862-1943 ; il généralise les notions d'espace plat euclidien en espaces de dimensions finies ou infinies) sont ceux des équations de **Schrödinger** (1887-1961) et **Heisenberg** (1901-1976) gouvernant les Quanta. Elles disent qu'à ce niveau intime règne l'indétermination générant entre autres un fourmillement de particules virtuelles, faisant de l'espace, même vide (on va reparler de ce vide), une mer fluctuante, un peu comme des vagues d'une surface d'eau vue de près.

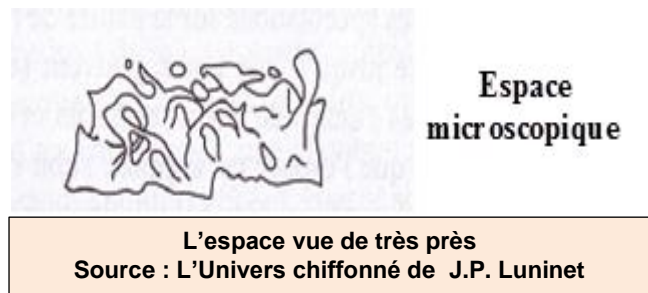
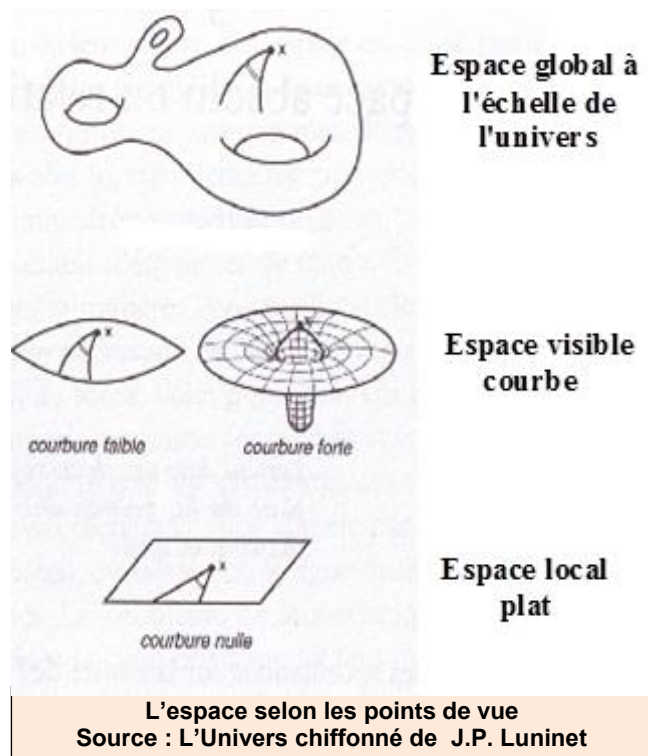
- Ouf ! Cette fois on oublie l'espace et on passe à autre chose.

- Presque, car il nous faut quand même remarquer que ce sujet est vaste. Par exemple, on aurait pu s'intéresser à l'espace des univers multiples, à l'origine de l'espace (existait-il avant le Big-Bang ?), se demander si, finalement, l'espace n'est pas continue, ou encore si, étant un objet géométrique, il n'est pas qu'un objet mathématique ? ...

- ... mais on n'a pas le temps aujourd'hui. Surtout que tu m'as promis de vider ta pensée sur le vide.

### Vide et mystère de la colonne d'eau

Y – C'est vrai, passons au vide, un sujet d'ailleurs qui rejoint celui du néant et de l'espace... Sujet qui paraît simple mais se trouve en fait plus complexe que les autres ; une importante littérature lui a été consacré où, d'ailleurs, on se perd un peu. Je reprends ici quelques idées du petit livre de **Lachièze-Rey**, « *Les avatars du vide* », paru en 2005 aux Éditions du Pommiér et la Cité des sciences et de l'industrie.



Curieusement, le vide n'a pas trop inspiré les philosophes qui ne l'ont guère cité qu'à propos de leurs réflexions sur le néant et l'espace. Il est vrai qu'auparavant il n'y avait pas grand-chose à dire sur ce vide, sauf que c'était l'absence de toute matière. Il était plus ou moins lié au rien, au néant, ainsi qu'à l'espace, et une des interrogations principales était de savoir si cet espace vide existait ou non.

Ainsi, les atomistes grecques pensaient que le monde n'était constitué que d'atomes et de vide, et estimaient que les corps ne pouvaient se déplacer que dans un espace vide (sinon, dans quoi d'autres ?). Au contraire, **Aristote** niait ce vide, comme on l'a vu plus haut, et sa définition de l'espace en souffrait, car à la place il introduisait une sorte de *quintessence*, d'éther, permettant au corps de se déplacer. On sait que ses idées firent autorité pendant deux millénaires. Et plus tard jusqu'à la Renaissance, l'existence du vide a tout simplement été surtout réfutée.

X – Pourtant, il me semble que l'éther n'était qu'un avatar du vide.

- Il te semble bien, et ce ne sera pas le seul avatar de ce vide que la Renaissance allait indirectement redécouvrir, bien qu'au début il restait encore une notion assez vague. **Aristote** a été de plus en plus critiqué fin 16<sup>ème</sup>, en particulier par le philosophe italien **Patrizi** et son malheureux contemporain **Bruno** déjà cités. Et on se préoccupe un peu plus de la physique du vide, quel que soit son nom, surtout que l'on constate d'étranges phénomènes hydrauliques qui posent question...

- Que vient faire l'hydraulique dans notre affaire ?

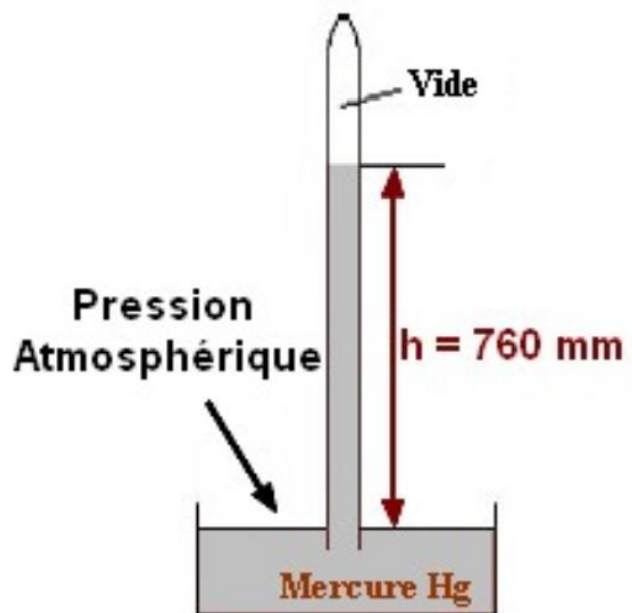
- Dis-moi : pourquoi ne peut-on pomper l'eau à une hauteur supérieure à 9 mètres ?

- Heu...

- C'est à peu près ce qu'on dit les Shadocks du 17<sup>ème</sup>. **Galilée** attribue ce phénomène au vide, ce vide qu'il cite dans son expérience sur la chute des corps. Son disciple **Torricelli** (1608-1647) effectue une « *expérience barométrique* » avec du mercure dans une éprouvette qu'il retourne, laissant en haut un espace qui ne peut être que rempli de... vide. **Pascal** (1623-1662) fera une expérience similaire sur la « *force de succion du vide* ». **Descartes**, on l'a vu, peuple ce vide qu'il nie de « *matière subtile* », ce que critique **Pierre Cassendi** (1592-1655 ; pour la petite histoire, il a passé son doctorat de théologie à Avignon).

- C'est encore une histoire d'avatars...

- Oui, mais tout le monde finit par admettre l'existence du vide comme substance, bien qu'on le couvre de divers termes. Les expériences sur le vide se poursuivent désormais. On se souvient de celle de l'Allemand **von Guericke** (1602-1686) à Magdebourg où 24 chevaux ne purent séparer deux hémisphères « remplis » de vide. En faisant cela, on démontrait en même temps la force du vide et celle de la pression opposée de l'air, ce qui devait conduire le Français **Denis Papin** (1647-1713) et l'Irlandais **Robert Boyle** (1627-1691) à poser les bases des futures machines à vapeur.



## Le vide lumineux et électromagnétique

X - D'accord, il y a du vide dans l'espace, et pour les anciens le vide est l'absence de toute matière. Mais je me doute que ce fichu vide révèle encore quelques bonnes surprises.

Y -. Et oui : tout commence ! Le vide semble quelque chose se trouvant entre la matière (et même à l'intérieur). On sait maintenant que l'espace, tout compte fait, peut être considéré comme (presque) complètement vide, malgré toute la matière qu'il contient, et que même le plus dense des noyaux n'occupe que 0,00000000000001 % de son volume. Le vide n'est donc pas celui que croit le bon peuple, étant aussi et surtout un milieu où se trouve l'immatériel.

- L'immatériel ? Que veux-tu dire ?

- Par exemple la lumière. **Huygens** (1629-1695) la croit faite d'ondes se propageant, à l'instar des ondes sonores, nécessitant par conséquent un support, un éther vibrant qu'il nomme « *vide lumineux* ». **Newton** au contraire estime que la lumière, faite de particules, n'a pas besoin d'éther et se déplace simplement dans l'espace vide, tout en le considérant cependant comme un curieux « *esprit subtil* » (un autre avatar du vide). Plus tard, **Young** (1773-1829) puis **Fresnel** (1788-1827) reviendront à la lumière faite d'ondes, et donc à un éther lumineux. Il appartiendra à **Maxwell** (1831-1879) d'unifier toutes les ondes électromagnétique, incluant la lumière, ondes ne pouvant évidemment se propager que dans un milieu vibrant qualifié désormais de « *vide électromagnétique* ». Ce milieu, c'est ce fameux éther, quel que soit son nom, qui, malgré ses propriétés contradictoires (il doit être à la fois transparent, rigide, mais ne pas empêcher le mouvement des corps célestes), va rester longtemps l'apanage du vide.

- Tant que tu y es, la gravitation n'est-elle pas aussi supportée par le vide ?

## Le vide gravitationnel de Newton et Einstein

Y - Supportée ? Ce n'est pas le terme exact. Mais tu as raison, la gravitation traverse bel et bien le vide, tout au moins pour **Newton**. Ce dernier est bien aussi obligé d'admettre qu'il existe une sorte de « *éther gravitationnel qui pénètre tous les corps solides* », car il ne peut imaginer comment les corps interagissent entre eux sans rien pour les relier. C'est le même que l'esprit subtil de son éther lumineux. Il faudra attendre le 20<sup>ème</sup> siècle pour se débarrasser enfin de ce fort gênant éther.

X - Je sais : il faudra attendre **Einstein**.

- Lui, bien sûr, mais entre autres **Mach** et ses réflexions sur l'espace dont on a parlé la dernière fois. Les expériences prouvant l'existence de l'éther ayant fait choux blancs, **Einstein** supprime sans regret l'éther électromagnétique dans sa Relativité Restreinte. Il y conserve la relativité des mouvements, mais alors que **Newton** la conçoit par rapport à un espace ou vide immobile, **Einstein** abandonne cette idée. Puisque pour lui aucun mouvement n'est privilégié, aucun ne peut le juger par rapport à un vide particulier qui servirait de référence. Le vide n'a pas d'état de mouvement, il est « *cinématiquement invariant* », ou encore « *invariant de Lorentz* », toujours identique à lui-même que l'on soit en mouvement ou non.

- Le problème de l'éther électromagnétique est résolu, mais pas l'éther gravitationnel.

- Effectivement, et c'est ce que va faire la Relativité Générale inaugurant pour la première fois la géométrie d'un Espace-Temps (E-T) courbé par le champ gravitationnel. La propagation de la gravitation n'est autre qu'une variation de cet E-T qui remplace alors le fameux (fumeux) éther.

- Je sais cela, et je remarque que tu parles de courbure de l'E-T mais pas du vide.



- Tu as raison. L'un n'est pas identique au second car cette courbure est indissociable d'une masse. Tout ce que l'on peut dire est que, pour **Einstein**, le vide est l'E-T ou son éventuelle courbure en l'absence de toute masse (d'où peut alors venir cette courbure ? Mystère !). Et en allant plus loin, en enlevant l'E-T lui-même, n'aurait-on pas alors un vide parfait ?

- Là, tu vas trop loin...

- Pas moi, mais **Einstein** qui reconnaît que ce vide serait alors du néant qui, par définition, n'a pas de structure géométrique...

- Bon, alors disons que ce dernier avatar du vide clôturait le sujet. On a vu qu'il n'existe pas, qu'il existe, qu'il est éther, matière subtile, support de la lumière, des champs électromagnétiques, de la gravitation, que c'est quasiment l'Espace-Temps quand on l'a enlevé... ouf ! On en a fait le tour.

- Ben non ! Ne sois pas trop pressé d'en finir, car il reste encore le vide quantique...

### **Ce vide quantique presque matériel**

Y - Comprend bien que, jusqu'à présent, le vide était peu ou prou une espèce d'espace soit vide de toute chose, soit un support de quelque chose, ce mot passe-partout « chose » pouvant désigner n'importe quoi. Il était considéré comme étant ... comment dire ? irréel, immatériel, un simple cadre, que sais-je ? Il ne possédait pas lui-même de structure et c'était une sorte de substance... inconsistante.

Avec la physique quantique, il va acquérir une sorte de réalité invisible. D'osés réformateurs vont faire exister le vide. On en a déjà longuement parlé, aussi je ne te rappelle ici que quelques faits. **Dirac** (1902-1984) imagine le vide comme une « mer » où une multitude d'électrons négatifs et positifs (ces derniers étant des « trous », de l'antimatière) se créent et s'annihilent en permanence. Première image fautive de ce nouvel avatar du vide mais qui va s'affiner rapidement avec la théorie quantique des champs, où les particules sont remplacées par autant de champs quantiques représentant ces particules.

Je n'irai pas trop loin dans ce domaine. Retiens que le vide quantique, décidément bien rempli, serait la somme des champs virtuels du vide de l'électron, du vide électromagnétique, et du vide des particules élémentaires nommées quarks. Il est dans un état d'énergie dit « *fondamental* » et contient, un peu comme le prétendait Dirac, en enlevant leur matérialité à ses particules mais non leur substance, des particules et antiparticules virtuelles dont l'existence oscille autour de cet état fondamental. Ce vide fluctuant très énergétique, cette « *mousse quantique* », est encore un nouvel avatar de l'éther, bien que l'on voit que cette fois il est bien différent des précédents. C'est un vide qui n'est pas vide et est donc considéré comme un « *faux vide* ».

- Un faux vide ?

- Oui, je le répète, car ce vide des quanta est loin d'être vide...

- Admettons ! Reste que, finalement, je ne vois pas le rapport des quanta avec le cosmos ?

- Avant d'être cosmos, à son origine... supposée (car seule les mathématiques indiquent qu'il ait pu y avoir une origine), juste avant le Big Bang si tu veux, il n'aurait existé que ce vide quantique (à moins que l'on suppose que notre univers est cyclique). Ne me demande pas d'où il vient, je l'ignore. En tout cas, certains disent que l'univers serait né d'une fluctuation un peu particulière de ce faux vide, libérant brutalement son énergie pour devenir un « *vrai vide* » plus neutre, donnant une inflation gigantesque très courte de l'espace, suivie d'une expansion et d'un refroidissement permettant la conversion de l'énergie en particules.

Tiens, écoute cette phrase de **Michel Cassé** tirée de son livre « Du vide et de la création »,

page 168 : « *Le vide est l'état minimal d'être... ses excitations sont les particules dont sont faits les nuages, les étoiles et les hommes* »... Joliment dit ! Michel Cassé est toujours très poétique et c'est un régal de lire ses écrits.

- Je reconnais. Mais alors, si notre univers a pu naître du vide, pourquoi d'autres univers n'auraient-ils pas pu émerger eux aussi ?

- Effectivement, et cela a amené de nombreuses spéculations sur les multivers. Mais restons dans notre univers personnel, le seul où nous sommes et que nous pouvons éventuellement connaître. Après la constatation que son expansion qui ne se ralentit pas, s'accélérait au contraire, il a fallu trouver une explication à ce phénomène : il y a « *quelque chose* » qui l'accélère aujourd'hui...

### **Le problème de l'accélération de l'expansion**

Y - « *Quelque chose qui accélère l'expansion* »... tu te moques de moi, quelle explication !

X - Car on ne sait trop d'où vient cette mystérieuse accélération. Est-ce l'effet de la **Constante Cosmologique** qu'**Einstein** a introduite dans son équation pour stabiliser l'univers en lui donnant une valeur ad hoc ? La résolution de cette équation sans ou avec cette constante donnent soit un E-T sans courbure (dit de **Minskowski**), soit un E-T courbe (dit de **de Sitter**) dont la valeur est celle de cette constante. Bref, je cite **Lachièze-Rey**, « *la constante cosmologique n'est rien d'autre que la courbure du vide* ».

Où est-ce plutôt une mystérieuse **énergie sombre** ou **noire**, comme on l'a qualifiée, qui pousse à l'expansion ? On ignore ce qu'elle est, et les spécialistes en sont réduits à des suppositions. Ils associent une densité d'énergie négative à chaque unité de volume du vide. Au cours de l'expansion, le volume de l'univers augmente et l'énergie sombre avec, jusqu'au moment où l'énergie totale de vide dépasse l'énergie gravitationnelle positive tendant à ralentir cette expansion, ce qui se serait produit il y a quelques milliards d'années.

### **Finalement, qu'est-ce que le vide ?**

Comme pour l'espace avec qui le vide se confond parfois, il y a bien d'autres spéculations de physiciens en mal de nouveautés. Je ne citerai que celle émise par **Lachièze-Rey** : le vide, qui est dans un état très symétrique, pourrait avoir des irrégularités dans sa géométrie, des défauts si tu veux, comme une corde fixée à ses deux bouts à laquelle on aurait fait un nœud qui peut être déplacé mais pas supprimé ; de telles irrégularités dans le vide pourraient nous paraître représenter des particules, de la matière...

- Stop ! Si je comprends bien, chacune des théories avancées a des avantages et des défauts, et la compréhension finale du vide est à venir.

- Oui, il y a encore du travail. Et si, maintenant, loin de ces considérations ésotériques, on allait prendre un café ?

*Le café avait été délicieux, permettant de reposer l'esprit de nos... de mes lectures extérieures et cogitations intérieures sur cet univers toujours plus mystérieux. Nous avons... j'avais balayé des sujets comme le néant, l'espace, le vide, et cela m'avait passionné. Finalement, peut-être ne mourrai-je pas idiot...*

**Guy Vézian**