

Une foi « pensable » au regard des connaissances scientifiques

Lucienne Gouguenheim (Pen Boch, 8 mai 2017)

Je suis scientifique. J'ai eu une double carrière d'enseignement et de recherche en astrophysique. Je me suis intéressée à la physique quand je l'ai vue à l'œuvre comme outil de compréhension d'un univers sur lequel on ne peut pratiquement pas expérimenter (seulement observer).

J'ai eu envie de faire partager l'émerveillement de la démarche scientifique qui fait partie de la beauté du monde. Elle donne aussi des clés de compréhension.

Cette pratique m'a donnée des convictions, qui ont évolué dans le temps :

« Comprendre pour agir et non subir » donc participer à la diffusion des connaissances, du mode de leur appropriation (démarche expérimentale)

Importance de la pensée libre : Simone Weil écrivait en 1934 : ***On dit souvent que la force est impuissante à dompter la pensée ; mais pour que ce soit vrai, il faut qu'il y ait une pensée. Là où les opinions irraisonnées tiennent lieu d'idées, la force peut tout. [...] C'est l'absence de pensée libre qui rend possible d'imposer par force des doctrines officielles entièrement dépourvues de signification.***

Refuser et dénoncer la confusion entre science et technique et la dérive du « paradigme technocratique ». Contraire à la façon dont avancent les connaissances.

La grande aventure intellectuelle de la fin du 20^e siècle aura été une nouvelle perception de la complexité et de la façon de l'appréhender, complexité du cosmos, des organismes vivants, des sociétés humaines...

Les liens entre la science, la pensée et la croyance sont subtils. Nos modes de pensée personnels sont conditionnés inconsciemment par la culture dans laquelle nous vivons et, sans que l'on en ait toujours conscience, la science contribue à apporter une vision du monde qui façonne et modifie nos schémas mentaux et donc la façon de penser la foi, qui se vit dans le monde et s'incarne dans une culture.

La connaissance scientifique a nécessairement une influence sur l'image que nous nous faisons de Dieu (en particulier le passage du fixisme à l'évolution). C'est sans doute pour sauver le Dieu immuable que le monde religieux s'oppose à la théorie de l'évolution. Cela rejoint ce qu'écrit un anthropologue : *Le croyant a beau affirmer que Dieu reste en soi identique à lui-même, la conception que l'homme peut en avoir est marquée par l'évolution de l'anthropologie qui reflète le devenir du monde dans lequel nous vivons* (Jean-Marie Kohler).

Une lecture fondamentaliste de la Bible - mais la même remarque s'appliquerait à tout texte sacré qui décrit les origines - est devenue aujourd'hui totalement incompatible avec les acquis de la connaissance scientifique parce que l'évolution est un phénomène général.

Mon propos est d'illustrer la conception que nous avons aujourd'hui de l'évolution, phénomène universel, à partir de l'exemple que nous fournit l'astronomie.

1- Émergence de la science.

C'est du monde grec que nous vient la vision qu'il existe deux mondes : celui de la terre et celui du « ciel » qui commence avec la Lune où tout est parfait (et pour les Grecs, le cercle est la perfection, d'où l'idée que tout mouvement est circulaire), immuable (qui reste tout le temps identique à lui-même) et qui est le monde du divin. Également la vision anthropocentriste conduit à penser que la Terre est au centre de tout, qu'elle occupe une place privilégiée et singulière.

La séparation entre science et conception religieuse s'amorce au 17^{ème} siècle, avec Galilée, qui est le père de la physique expérimentale : il est le premier à dire que c'est l'expérience qui permet de valider ou d'invalider des présupposés, qu'on appellerait aujourd'hui simplement « hypothèses de travail ».

Galilée a soutenu le système de Copernic, selon lequel la Terre et les planètes sont en mouvement autour du Soleil, ce qui lui a valu les démêlés que l'on sait avec l'Inquisition. Les conditions de ce débat sont très instructives sur le statut de la démarche scientifique. Le système de Copernic publié en 1543 a été rejeté d'emblée par Luther, parce qu'il entraînait en contradiction avec la lecture qu'il faisait de la Bible : le Soleil est nécessairement en mouvement, puisque Josué l'a arrêté. Dans l'Église catholique, où le système de Copernic avait été mis à l'index en 1615, les inquisiteurs ont laissé à Galilée la possibilité de défendre son point de vue ; mais dans des limites bien strictes : pour avoir le droit de défendre une vision en contradiction avec la Révélation, il était sommé d'apporter une preuve irréfutable du mouvement de la Terre. Ce qu'il n'a pas pu faire et qu'il ne pouvait pas faire, avec les connaissances dont il disposait. Et qui a conduit à sa condamnation (et son abjuration) en 1633.

On se souviendra que la même logique avait conduit Giordano Bruno au bûcher comme hérétique en 1600, parce qu'il osait imaginer (évidemment sans preuve) que les étoiles étaient d'autres soleils pourvus d'un cortège de planètes analogues au nôtre et que certaines pouvaient être habitées... Nous savons aujourd'hui que les deux premières hypothèses sont exactes ; la dernière est plausible.

Face à un point de vue dogmatique, à savoir l'existence d'une connaissance a priori, philosophique ou révélée, qui ne peut être mise en doute, sauf en apportant la démonstration qu'elle est fautive, il est intéressant de comprendre le cheminement qu'a suivi la pensée de Galilée. Il avait mené avec sa lunette astronomique un ensemble d'observations qui ont pesé fortement, mais indirectement, en faveur du système de Copernic. La première est la découverte de 4 satellites tournant autour de Jupiter : ainsi se manifestaient des mouvements ne s'opérant pas autour de la Terre. Un autre type concerne la Lune observée au moyen d'une lunette dans la zone qui se situe à proximité de la partie dans l'ombre : l'éclairage du Soleil y est rasant et provoque des ombres allongées : elles rendent visibles des irrégularités de terrain similaires à celles connues sur la Terre. La Lune n'était alors plus la « sphère de cristal » que l'on croyait, et la Terre n'était plus singulière. Perdant sa singularité, elle n'avait plus de raison d'occuper une place privilégiée.

Galilée a donc défendu le système de Copernic, à partir d'un ensemble d'intuitions, fondées sur les observations, mais sans apporter véritablement de preuves. Celles-ci sont venues après lui, quand Isaac Newton a su expliquer les mouvements observés par la découverte qu'il fit en 1687 de la loi de la gravitation.

La science s'est dégagée lentement de l'hypothèse interventionniste de Dieu. Newton ne savait pas expliquer pourquoi le système solaire reste stable malgré les effets d'attraction des astres entre eux qui devrait le conduire à s'effondrer : comme le faisaient ses contemporains devant tout ce qu'on ne sait pas expliquer, il l'attribuait à l'intervention divine. Pierre Simon de Laplace est le premier à construire en 1814 un modèle décrivant la permanence du système solaire : il n'y a plus besoin d'invoquer l'action divine pour expliquer les mouvements. On connaît la réponse qu'il fit à la question de Napoléon 1er sur la place de Dieu dans son modèle : « c'est une hypothèse dont je n'ai pas eu besoin ». Il restera dans l'histoire scientifique comme l'un des pères du **déterminisme**, illustré par cette formule : *Nous devons envisager l'état présent de l'Univers comme l'effet de son état antérieur et comme la cause de celui qui va suivre.*

Arrêtons-nous un peu sur cette étape de notre connaissance de l'Univers. Elle est instructive sous plusieurs rapports. La loi de Newton est une découverte majeure, parce qu'elle est universelle : elle explique à la fois la chute de la pomme d'un pommier, le mouvement de la Lune, celui des planètes, ou encore les marées ; elle a permis à Halley de prédire la date du retour de la comète qui porte son nom et à Le Verrier de découvrir l'existence de la planète Neptune ; déterminant sa position par le calcul, à partir de l'observation de son action sur Uranus, il fit pointer vers cette position un télescope dans lequel on l'observa effectivement. Cette étape est le premier pas qui permet de comprendre que si l'Univers nous est intelligible c'est qu'il obéit à des lois - l'histoire ultérieure de la physique permettra d'en découvrir d'autres - et qui ont la caractéristique de s'appliquer de la même façon en tout lieu et à toute époque. Elles sont non seulement explicatives (la pomme tombe sous l'effet de l'attraction de la Terre), mais aussi prédictives (Halley a pu annoncer le retour de la comète et Le Verrier indiquer la direction dans laquelle pointer le télescope pour observer Neptune).

L'enthousiasme devant l'universalité de la loi de Newton conduisit à étendre cette vision « horlogère », qui se caractérise par un état d'équilibre constamment maintenu, à l'ensemble du monde : de l'organisation de la vie aux structures sociales ou religieuses. Il resterait tel que Dieu l'a fait aux premiers jours, comportant par exemple toujours les mêmes espèces vivantes, inchangées.

Dans la vision déiste de Voltaire, Dieu devient le grand horloger qui a conçu ce gigantesque mécanisme. Dieu est renvoyé à l'origine.

2- Un univers en évolution

La première loi découverte à l'œuvre dans l'Univers régit sa « mécanique ». Elle n'explique pas tout. La découverte de l'énergie et de ses modes de transformation a fondamentalement changé la vision du monde. La description du système solaire ne se réduit pas à celle d'un ensemble de planètes tournant éternellement sur leurs orbites autour

du Soleil. Avec l'énergie apparaissent deux nouveaux concepts fondamentaux : celui d'échange (la Terre, le Soleil ne sont pas des objets isolés) et celui d'évolution. Les nouvelles lois physiques caractérisent l'énergie (ses différentes formes, les échanges et ses transformations)

Le Soleil

La première découverte importante concerne le Soleil dont on comprend qu'il a un âge, une espérance de vie... Puisqu'il rayonne, il perd de l'énergie dont ses réserves, quelles qu'elles soient, ne sont pas éternelles.

Il y a relativement peu de temps que nous connaissons le Soleil. Bien avant que les hommes comprennent la façon dont la Terre dépend de lui, la plupart des civilisations anciennes le révéraient comme un dieu bénéfique, dispensateur de vie et de lumière.

Dans le monde grec, Aristote pensait que le Soleil était fait de feu pur, tandis qu'Anaxagore, au 5ème siècle avant notre ère, l'imaginait comme une masse de métal chauffé au rouge.

Quand on découvrit l'existence de taches à sa surface au 17ème siècle, grâce aux lunettes et télescopes, on les prit d'abord pour des scories mêlées au métal en fusion ; puis on imagina qu'elles révélaient une partie intérieure noire, recouverte d'un océan de feu ou bien des montagnes perçant cet océan.

Encore en 1798, William Herschel le décrivait comme un corps sombre et dur, enfoui sous une couche de nuages lumineux, et dont les régions les plus fraîches étaient peuplées d'êtres « adaptés aux particularités de ce vaste globe ». C'est vers la fin du 19ème siècle que l'on commença à apporter une réponse à la question : d'où tire-t-il son énergie ? On crut pendant un certain temps qu'il subissait des réactions de combustion. On calcula d'abord que s'il était constitué de charbon, compte tenu de sa masse et de l'énergie libérée par la combustion du charbon, il brûlerait complètement en moins de 5 000 ans.

On sait aujourd'hui que la source d'énergie du Soleil, de même que celle des autres étoiles, provient de la fusion thermonucléaire, dont le principe fut mis en évidence à la suite des travaux menés par Albert Einstein qui a montré que la moindre parcelle de masse contient en puissance une énergie considérable... qui devient disponible pourvu qu'on sache l'extraire.

Lorsque 4 noyaux d'hydrogène se combinent pour former un noyau d'hélium, toute la masse des constituants ne se retrouve pas dans la masse du noyau formé, et c'est cette petite différence (seulement les sept millièmes de la masse mise en jeu) qui s'est transformée en énergie. Dans ce processus, le Soleil perd chaque seconde quatre milliards de kilogrammes qu'il transforme en énergie ; compte tenu de l'énormité de sa masse, cela lui confère tout de même une durée de vie de l'ordre de dix milliards d'années, mais à terme il est destiné à disparaître, tout au moins sous la forme que nous lui connaissons.

Les étoiles

Toutes les étoiles connaissent le même processus, mais à des rythmes qui peuvent être très différents, allant de quelques millions à quelques dizaines de milliards d'années selon leur masse. Paradoxalement, ce sont les plus massives qui ont la vie la plus courte : elles ont des températures plus élevées et les réactions thermonucléaires sont beaucoup plus rapides.

Les étoiles ont une évolution plus ou moins mouvementée : les plus massives, celles dont la vie est la plus courte, subissent une série de réactions thermonucléaires au cours desquelles elles fabriquent successivement en leur sein, après l'hélium, toute une série d'éléments chimiques, que l'on dit « lourds » par opposition à l'hydrogène et à l'hélium, tels le carbone, l'azote, l'oxygène ou le fer.

Elles passent par des phases explosives au cours desquelles elles éjectent leur contenu dans le milieu interstellaire ; celui-ci s'enrichit ainsi en ces éléments chimiques « lourds » et donne naissance à de nouvelles générations d'étoiles, non identiques aux précédentes, du fait de leurs nouvelles compositions chimiques. En particulier, des planètes, constituées de ces éléments lourds, peuvent alors se former conjointement aux étoiles.

Les planètes

Les planètes -même inhabitées- subissent aussi une évolution : par exemple, l'eau qui a jadis coulé sur Mars, planète qui ressemble beaucoup à la Terre, a définitivement disparu sous sa forme liquide. Il y a eu des volcans en activité sur Mars et sur Vénus ; aujourd'hui, ils sont éteints. Les caractéristiques des mouvements des planètes -sur elles-mêmes et autour du Soleil- changent aussi au cours du temps, ce qui entraîne une variation de la durée du jour et de celle de l'année, de l'importance des contrastes saisonniers.

On sait aujourd'hui que le Soleil – notre étoile - n'est pas le seul à avoir son cortège de planètes. Le Soleil est donc une étoile banale, de masse moyenne, ni très chaude, ni très froide et ne se singularise en rien.

Les galaxies

Notre système solaire forme avec un ensemble d'étoiles et de grands nuages de gaz - appelé milieu interstellaire - dans lesquels celles-ci baignent, une entité qui se manifeste à nos yeux sous la forme de la Voie lactée : notre Galaxie. Nouvelle déconvenue : le Soleil occupe dans notre Galaxie une région plutôt périphérique.

On a découvert dans le premier quart du 20ème siècle que l'Univers est peuplé de systèmes similaires, les galaxies. À nouveau, le concept est né avant que leur existence soit prouvée. Il a fallu pour cela disposer de critères de distance permettant de montrer que les "nébuleuses spirales", telle la galaxie d'Andromède, sont à des distances qui excèdent les dimensions de notre propre système, la Galaxie.

Les galaxies évoluent, selon le processus de formation / évolution des étoiles en relation avec le milieu interstellaire. Comme voir loin c'est voir dans le passé, parce que la lumière met du temps à se propager, on peut aujourd'hui, grâce aux grands instruments, cerner le processus d'évolution des galaxies au cours du temps.

L'Univers lui-même

En outre, cet ensemble de galaxies subit un phénomène étonnant : il est « en expansion ». On entend par là que les distances mutuelles des galaxies croissent au cours du temps sans pour autant que celles-ci soient en mouvement.

Ce concept ne nous est pas naturel. Pour l'illustrer, on utilise des analogies : par exemple, celle d'un élastique, sur lequel sont cousus des boutons régulièrement espacés et que l'on tend. Les galaxies y sont représentées par les boutons, et l'univers, ramené à une seule dimension au lieu de trois, est matérialisé par l'élastique. Ce modèle sert à illustrer le phénomène que je viens précisément d'énoncer : les boutons-galaxies sont bien fixes sur l'élastique-Univers, qui se dilate bien à mesure que je tire sur l'élastique, mais l'analogie s'arrête là : elle n'a pas pour but d'expliquer par exemple que quelqu'un - et qui ? - tire sur l'élastique.

J'ai donné ici l'exemple d'un modèle et j'ai précisé ses limites.

L'évolution affecte donc non seulement son contenu, mais l'Univers lui-même. Si nous remontons par la pensée dans le temps, on voit qu'il y a eu un moment où les distances entre les galaxies étaient nulles : tout ce qui constitue l'Univers était concentré. On montre alors que la température était considérable, la matière n'existait pas encore et il n'y avait que de l'énergie (de la lumière). On donne à cet état singulier le nom de Big bang et on évalue la durée qui nous en sépare à environ 13,7 milliards d'années. Ce qu'on traduit imparfaitement en disant que l'Univers est né il y a 13,7 milliards d'années d'une grande explosion...

Notre vision globale du monde doit donc intégrer cette vision nouvelle d'un Univers étant passé par un état singulier d'extrême concentration, et le fait que l'évolution soit un phénomène tout à fait général.

En 1950, dans l'encyclique *Humani Generis*, Pie XII critique « l'hypothèse moniste et panthéiste d'un univers soumis à une évolution perpétuelle » et se prononce pour une « science catholique » qui s'interdirait des découvertes en conflit avec ce qu'il tenait comme conséquence incontournable de la Révélation : le fait que tous les humains soient issus d'Adam et Ève, couple originel.

À la même époque, il lisait dans la découverte de l'expansion de l'Univers et la théorie du Big Bang la confirmation de l'acte créateur divin, à nouveau renvoyé à l'origine.

Ceci n'a pas conduit pour autant à l'équivalent d'un nouveau procès de Galilée, grâce à la liberté de la pensée, de la recherche, du débat d'idées à l'issue duquel l'Église catholique a su modifier son point de vue, contrairement à d'autres groupes religieux comme ceux qui ont obtenu dans certains États des États-Unis l'interdiction de l'enseignement du polygénisme.

3- Les modalités de l'évolution qui ne procède pas par accumulation, mais par renouvellement

La cosmologie, science qui étudie l'Univers en tant que tel, est née comme une discipline scientifique dans les années 1930, dans le cadre de la Relativité générale, c.-à-d. quand on a pu construire un modèle conduisant à des prédictions.

Aujourd'hui, elle s'efforce de décrire comment, après le Big bang, s'est créée la matière, constituée d'abord seulement d'hydrogène et d'hélium ; puis se sont formées les étoiles qui au cours de leur évolution ont fabriqué les autres éléments chimiques, tel le carbone dont nous sommes majoritairement constitués (ce qui fait dire à Hubert Reeves que nous sommes des "poussières d'étoiles").

Elle se développe dans le cadre des théories physiques nécessaires : ce sont d'une part la mécanique quantique, qui décrit le comportement de la matière à très petite échelle et d'autre part la relativité générale, dont l'utilisation est nécessaire dans le cas de très fortes concentrations de masses. Ni l'une ni l'autre ne sont du domaine de notre expérience sensible.

Point très important : on ne connaît pas encore de théorie qui unifie la gravité avec les autres interactions de la mécanique quantique, ce qui revient à dire qu'on ne sait pas décrire ce qui se passe dans l'univers très primordial quand les deux effets sont de même importance et doivent donc être pris en compte simultanément.

Résumons les très grandes lignes de l'histoire de l'Univers

Les particules élémentaires, puis la matière elle-même, constituée seulement d'hydrogène et d'hélium se sont formées ; puis sont venues les galaxies et leurs étoiles qui, au cours de leur évolution, ont fabriqué les autres éléments chimiques, tel le carbone dont nous, les vivants, sommes majoritairement constitués. Alors seulement se sont formées les planètes, les nôtres, dont l'histoire est liée à celle du Soleil, mais aussi beaucoup d'autres, appartenant à d'autres étoiles ; puis la vie est apparue sur Terre et a donné lieu à sa forme la plus élaborée qui est l'être humain.

Après s'être consacrée à découvrir les lois qui régissent le fonctionnement de l'Univers, la science étudie maintenant le cheminement de sa construction, et le nouveau concept qui se fait jour est celui d'organisation : l'Univers se construit en s'organisant. Son histoire est celle d'architectures de plus en plus complexes qui s'élaborent au cours du temps, avec des phases de rupture : l'évolution ne procède pas par accumulation, mais par renouvellement.

On ne peut pas attribuer la formation du cosmos au seul Big bang survenu il y a 13,7 milliards d'années et penser que toute son évolution ultérieure était en quelque sorte dès lors programmée. L'histoire de l'Univers n'avance pas comme une horloge réglée une fois pour toutes au début de l'histoire. À chaque stade de l'évolution apparaît une nouvelle catégorie d'objets, dont les composantes existaient, mais qui sont le fruit d'une nouvelle organisation.

La nouveauté fait son entrée de façon inattendue. Même si, après coup, on arrive à une explication, l'évolution ne semble pas programmée vers une fin inéluctable.

Les propriétés d'une nouvelle structure ne sont pas la simple addition des propriétés de ses composantes : cela se voit bien de chaque nouvelle structure de l'Univers, en partant d'énergie pure, en passant par la matière, pour aboutir aux galaxies formées d'étoiles et de planètes, et aux êtres vivants dont l'une de ces planètes au moins est habitée ; un être vivant, par exemple, est toute autre chose que l'ensemble des éléments chimiques dont il est constitué.

Ordre et complexité se sont construits à partir du chaos ; de la nouveauté a émergé, à partir d'éléments existants, qui se transforment pour en créer d'autres.