

**UNE LECTURE ASTRONOMIQUE DES
"ENTRETIENS SUR LA PLURALITÉ DES MONDES"
DE FONTENELLE**

par M. Thibaut Le Bertre

(Séance publique du 26 février 2022)

Une lecture astronomique des *Entretiens sur la Pluralité des Mondes* nous conduira dans la France du XVII^e siècle où les Sciences prennent leur essor. Nous assisterons ainsi à la défense de la vision copernicienne du Monde et du rationalisme par Fontenelle. Nous verrons cependant que cet essor ne fut pas aussi simple qu'on pourrait l'imaginer aujourd'hui, et assisterons à la controverse entre « cartésiens » et « newtoniens ». Celle-ci conduisit à se poser la question de la longueur du degré de méridien à l'équateur et aux pôles, et se scella par la victoire des newtoniens.

Fontenelle est bien connu de tous, et bien sûr de vous tous. Il a bénéficié d'une longue vie, bien remplie. Son œuvre est prolifique. Parmi ses nombreux ouvrages, on relève *Les entretiens sur la pluralité des mondes*. Il s'agit d'un petit texte, le livre tient dans la poche, mais extraordinairement riche. Il a été réédité du vivant de Fontenelle, au-delà, et même encore actuellement. Traduit dans de nombreuses langues, il appartient aujourd'hui à la littérature universelle. De nombreuses lectures en ont été faites, avec des approches variées. Des spécialistes sont parmi vous et je ne vais pas me risquer à en fournir une nouvelle interprétation.

Je voudrais simplement partager avec vous la lecture que peut en faire encore un astronome en 2022, et me limiter à cette approche, non par méconnaissance du caractère subversif des *Entretiens*, mais par manque de compétence de ma part dans ce domaine.

Nous nous limiterons donc ce soir à une lecture purement astronomique des *Entretiens*.

Plaçons-nous d'abord dans le contexte scientifique de l'époque, il y a près de 350 ans.

Dans l'Antiquité, les savants avaient adopté une vision du Monde centrée sur la Terre. Les travaux des Anciens avaient conduit ainsi à la conception d'un système où le Soleil, la Lune, les planètes, le ciel, tournaient autour d'une Terre sphérique et immobile. L'astronome grec Ptolémée en avait bâti une théorie très élaborée, adoptée par tous, qui fut conservée en l'état pendant des siècles. Ce système s'accordait à la philosophie d'Aristote qui imprégna la pensée antique, et domina les réflexions aussi bien des savants chrétiens que musulmans. On considérait ainsi qu'il y avait une différence de nature entre les corps célestes, d'essence parfaite, et le monde terrestre, corruptible. Notamment, le cercle étant considéré comme une figure parfaite, les corps célestes devaient se mouvoir sur des trajectoires définies par des mouvements circulaires uniformes.

Cependant, au bout de mille cinq cents ans, on commença à réaliser qu'il y avait des difficultés, des écarts, de plus en plus difficiles à passer sous silence. Un prêtre polonais, du nom de Nicolas Copernic, refonda le système de Ptolémée, en plaçant le Soleil au centre du Monde, et en transformant la Terre en un objet tournant sur lui-même (pour reproduire l'alternance des jours et des nuits) et orbitant autour du Soleil, comme les planètes. De fait, la Terre devenait ainsi une planète !

Son œuvre majeure, écrite en latin, "*De Revolutionibus orbium coelestium*", et publiée en 1543, fut relativement bien reçue par... ses rares lecteurs. Il faut dire que Copernic s'était prudemment cantonné à une approche purement astronomique. Aussi, en conservant le cercle comme base de son système, il reste fidèle à Aristote.

Les choses changent lorsque certains de ses lecteurs s'essaient à en tirer des conclusions théologiques, avec parfois des conséquences tragiques. On pense bien évidemment à Giordano Bruno, qui imagina que les étoiles étaient semblables au Soleil, qu'elles étaient entourées de planètes, et que ces planètes pouvaient héberger des êtres vivants.

En Italie, au début du XVII^e siècle, Galilée tourne vers le ciel une longue vue de marine, et fait une moisson de découvertes : il y a des montagnes sur la Lune, Jupiter est accompagné de satellites, Vénus présente des phases (comme la Lune), la Voie Lactée se révèle comme

un pouvroisement d'étoiles. Le système de Ptolémée s'effondre et celui de Copernic semble devoir s'imposer sans difficulté.

Galilée publie ses découvertes sous la forme d'un texte en latin "*Sidereus nuncius*" (1610), destiné, donc, à la communauté des savants de l'époque.

A la même époque, Johannes Kepler établit mathématiquement le caractère héliocentrique du Système Solaire¹, et rompt ainsi avec l'approche aristotélicienne. Lui aussi s'adresse en latin à son auditoire ("*Astronomia Nova*", 1609). Il énonce trois lois qui permettent de reproduire les mouvements des planètes connues alors, tels qu'ils sont vus depuis la Terre.

Cependant, et probablement à l'instigation du cardinal Barberini, Galilée décide ensuite de publier un livre destiné à l'ensemble de la société. Ce sera le "*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*" (1632), c'est-à-dire le "*Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*". Cet ouvrage est écrit en langue "vulgaire", c'est-à-dire, pour Galilée, en italien. En effet il s'adresse à la classe des nobles et des bourgeois, qui s'était, depuis la fin du moyen-âge, éveillée aux arts et aux sciences, là aussi où il espère trouver des mécènes. Galilée met en scène trois personnages qui argumentent en faveur et en défaveur des deux systèmes. Salviati défend le système de Copernic, Simplicio, celui de Ptolémée, et Sagredo joue à l'innocent cultivé, et tient le rôle d'arbitre. On devine ici la trame qui sera reprise par Fontenelle. Comme vous le savez, l'affaire tourne mal pour Galilée. Mais c'est une autre histoire très bien évoquée par Bertolt Brecht².

L'ouvrage est traduit en latin et sort d'Italie. Malgré les difficultés de Galilée en Italie, il peut circuler malgré tout en Europe. En France, il est lu notamment par Descartes, qui élabore alors la théorie des "tourbillons" (1644), dont l'objectif est de fournir une explication aux mouvements des planètes dans un cadre héliocentrique. Les tourbillons ont une fonction mécanique qui permet d'éviter le recours aux artifices aristotéliciens de "qualités occultes" inhérentes aux corps célestes, dont la nature, on l'a vu, serait différente de celle de la Terre. Ce rejet d'Aristote est très important pour comprendre la suite. Nous allons y revenir.

¹ En montrant que les planètes se meuvent sur des trajectoires elliptiques, avec le Soleil placé à l'un des foyers de ces ellipses.

² *La vie de Galilée*, Bertolt Brecht, 1943.

Les idées de Copernic et Galilée prospèrent partout dans une Europe qui se lance à la conquête du monde. En France, le roi Louis XIV fonde l'Observatoire de Paris en 1667, et son ministre Colbert invite Jean-Dominique Cassini, illustre astronome italien, à en assurer la direction. L'Observatoire est construit au milieu des jardins et des champs entourant la capitale, à l'abri de la pollution (fumées et lumières). Cassini y fait de belles observations astronomiques et participe à la cartographie du royaume. Le gouvernement veut non seulement promouvoir les Sciences, au même titre que les Arts, mais aussi assurer son hégémonie sur terre et sur mer.

Nous arrivons donc à la fin du XVII^e siècle où le jeune Fontenelle fait ses premières armes. Il a déjà publié un "*Dialogue des morts*" (1683) où il fait se rencontrer et dialoguer des personnages historiques. Cela lui permet de faire avancer, de manière prudente, ses idées en faveur du rationalisme, et d'exercer ses talents d'écrivain aux dialogues.

Venons-en aux *Entretiens*, qui sont publiés quelques années plus tard en 1686. Fontenelle a alors vingt-neuf ans. Il reprend l'artifice de Galilée mais en faisant dialoguer seulement deux personnages : lui-même et une marquise. Celle-ci est supposée ignorante, mais dotée d'honnêteté, de lucidité et de sincérité. Fontenelle l'amène à découvrir la vérité par une sorte de maïeutique socratique. En fait la marquise se révèle être une véritable complice qui a le don de poser les bonnes questions et le bon goût de fournir, à l'occasion, les bonnes réponses !

Cinq dialogues occupent cinq soirées successives. Pour la réédition de 1694, Fontenelle ajoutera une sixième soirée. Ces *Entretiens* sont rédigés en français ; donc comme Galilée, Fontenelle s'adresse à la société cultivée, mais non savante. Son ouvrage sera rapidement traduit en plusieurs langues, et diffusé dans toute l'Europe.

La première soirée est consacrée à convaincre la marquise, à laquelle le lecteur s'identifie facilement, de la justesse du système proposé par Copernic. Les difficultés couramment soulevées, telles que la rotation de la Terre sur elle-même, sont rapidement évacuées. La simplification apportée par Copernic est adoptée avec enthousiasme :

"(il) fait main-basse sur tous ces Cercles différens, & sur tous ces Cieux solides, qui avoient esté imaginez par l'Antiquité. Il détruit les uns, il met les autres en pièces etc."

Le langage est alerte, mais convaincant, grâce à une construction soignée du dialogue. Et lorsque Fontenelle tente d'exposer à son élève un système intermédiaire entre celui de Ptolémée et celui de Copernic,

elle a le bon goût de le rejeter "*vif & prompt*", ce qui permet de faire passer à la trappe, sans autre forme de procès, la proposition de Tycho Brahé³ de laisser la Terre au centre du Monde, tout en faisant tourner les planètes autour du Soleil. Cette proposition judicieuse, mais plus compliquée, avait l'avantage, pour l'époque, d'être plus confortable en laissant la Terre au centre du Monde.

Après une nuit de repos, où la marquise a bien dormi malgré le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même, Fontenelle s'intéresse à la Lune, son relief révélé par les observations astronomiques récentes, et discute de la possibilité qu'elle soit habitée. Il explique les différentes phases de la Lune et le principe des éclipses. Dans une digression amusante, il envisage la possibilité de se rendre sur la Lune, voyage qu'il compare à ceux de Christophe Colomb deux cents ans plus tôt. Ces voyages se réaliseront bien plus tard, et on a célébré récemment le cinquantième anniversaire du premier pas d'un homme sur la Lune (Neil Armstrong, le 21 juillet 1969).

A l'objection, classique pour l'époque, que les habitants de la Lune ne peuvent descendre d'Adam et Eve, Fontenelle se protège prudemment en déclarant :

*"c'est vous qui mettez des Hommes dans la Lune, je n'y en mets point.
J'y mets des Habitans qui ne sont point du tout des Hommes" !*

Cela peut paraître habile, mais rétrospectivement nous met mal à l'aise. Car, un siècle plus tôt, un argument similaire était utilisé pour réduire en esclavage les Amérindiens.

Pour les troisième et quatrième soirées, Fontenelle évoque les autres planètes connues à l'époque : Vénus, Mercure, Jupiter et enfin Saturne, et de même considère la possibilité qu'elles soient habitées. Il imagine un astronome sur Jupiter observant les lunes découvertes par Galilée, et décrit les anneaux de Saturne, des spectacles magnifiques que les sondes spatiales nous font aujourd'hui partager.

Et c'est là qu'il nous introduit la théorie des "tourbillons" imaginée par Descartes :

*"Ah! Madame, répliquayje! Si vous sçaviez ce que c'est que les
Tourbillons de Descartes, ces Tourbillons dont le nom est si terrible,
& l'idée si agréable".*

L'univers est rempli de fluides en rotation, qui entraînent les mouvements des astres sur eux-mêmes, ainsi que le mouvement de révolution des planètes autour du Soleil, et des satellites autour de celles-ci.

³ Astronome danois (1546-1601), renommé pour la qualité de ses observations.

Fontenelle s'enthousiasme pour cette idée, et semble s'y être accroché jusqu'à la fin de sa vie. Nous allons y revenir.

Pour la cinquième soirée, il explique que les étoiles sont autant de Soleils qui possèdent un système de tourbillons entraînant autour d'elles des planètes comme la Terre et ses voisines. Il explique aussi qu'une étoile peut évoluer, et imagine qu'à sa surface se développent des taches, semblables à celles découvertes récemment par Christoph Scheiner et Galilée sur le Soleil. Ces taches pourraient s'accroître, recouvrir complètement le Soleil, et la marquise conclut brillamment "*Adieu le Soleil !*". Nous savons aujourd'hui que les étoiles vivent et meurent, qu'elles présentent des taches, mais que ces taches ne sont pas la cause de leur mort...

Enfin Fontenelle reprend à son compte la proposition de Giordano Bruno de la possibilité de vie autour de chacune de ces étoiles.

Nous sommes donc en 1686 quand Fontenelle publie les *Entretiens* avec ces cinq soirées que nous avons évoquées. Or, en 1687 a lieu un événement considérable pour la Science moderne. En effet, Isaac Newton publie alors son œuvre majeure "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*". Newton est tout le contraire de Fontenelle. Il est austère, solitaire. Il s'adresse seulement aux scientifiques de son époque, et avec réticence. Il écrit donc en latin. Ce n'est que par l'entremise de son ami Edmund Halley qu'il publie ses travaux. Et c'est dans cet ouvrage qu'il énonce la fameuse loi de la gravitation universelle, qui permet de retrouver mathématiquement les lois de Kepler. Halley a, non seulement, trouvé les fonds pour publier ce travail, mais il en assure aussi la diffusion à travers l'Europe. Nous conservons précieusement à la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris un exemplaire de l'édition originale (1687). Cet exemplaire fut adressé par Edmund Halley à Jean-Dominique Cassini, alors directeur de l'Observatoire. On voit que Halley intervient en véritable propagandiste des travaux de Newton, dont il assure la publication et la diffusion.

Mais revenons à Fontenelle. Quelques années plus tard il publie une nouvelle version des *Entretiens* en ajoutant un sixième dialogue. Il imagine une soirée, un an après les précédentes, et fait le point sur les découvertes récentes. On constate qu'il a bien suivi l'actualité scientifique. Il est au courant des découvertes de nouveaux satellites autour de Saturne. Il évoque la lumière zodiacale, récemment mise en évidence par Cassini, et en fournit une explication convaincante : il s'agit de matière diffuse dans laquelle baigne le système solaire. C'est encore ce que nous admettons aujourd'hui.

Par contre, pas un mot sur Newton. En 1686, cela pouvait se comprendre. Mais pourquoi ignorer par la suite ce que nous considérons aujourd'hui comme un travail essentiel et fondamental ?

C'est toute une histoire, peu glorieuse, oubliée aujourd'hui, mais extrêmement intéressante, et qui eut malgré tout des retombées fructueuses.

Les travaux exposés par Newton dans son ouvrage sont multiples, et dans l'ensemble bien reçus. A l'exception de sa loi de gravitation universelle. Il y a plusieurs raisons à cela. D'abord, Newton fait appel à une action à distance, sans support matériel. Ses contemporains, qui viennent d'abandonner les idées aristotéliennes et d'adopter une vision mécaniste de la physique, n'arrivent pas à accepter cette idée, qui pour eux constitue un retour en arrière. Cette action à distance, sans support matériel, est effectivement un problème très sérieux, et il faudra attendre le début du vingtième siècle avec Albert Einstein pour le résoudre en transformant la mécanique newtonienne par la théorie de la relativité⁴. On voit ainsi une différence d'approche : d'un côté de nombreux penseurs, dont Fontenelle, s'interrogent sur le *Pourquoi*, alors que de l'autre Newton, en fondateur de la Science Moderne, s'attache à décrire mathématiquement le *Comment*, et s'en satisfait. Une autre difficulté, moins fondamentale, est que Newton balaie sans ménagement la théorie des tourbillons de Descartes, ce qui en France est mal perçu. Il y a donc aussi une composante non scientifique, une question de prestige national.

Cette théorie des tourbillons, énoncée en termes généraux par Descartes, avait été développée mathématiquement par plusieurs savants dont on a depuis oublié les noms (Philippe Villemot, Privat de Molière, etc.). On a donc une opposition qui se dessine à la fin du XVII^e siècle entre les *cartésiens*, adeptes de la théorie des tourbillons, et les *newtoniens*, conquis à la théorie de la gravitation de Newton.

Et c'est là que démarre une aventure extraordinaire : les cartésiens prédisent que, pour être à l'équilibre, la Terre doit avoir une forme oblongue (en ballon de rugby), c'est-à-dire allongée dans la direction des pôles, alors que les newtoniens prédisent qu'elle doit être aplatie, avec un rayon équatorial plus grand que le rayon polaire.

Notre compatriote, disons-le tout de suite, a fait le mauvais choix : il s'est rangé parmi les cartésiens. Notamment lorsqu'il devra, comme

⁴ Einstein proposera un changement de paradigme où l'interaction entre les objets résulte du principe d'inertie et de l'empreinte qu'ils produisent sur la géométrie de l'espace environnant.

secrétaire perpétuel, faire l'éloge de Newton en 1727, il le mettra sur le même pied que Descartes.

"L'usage perpétuel du mot d'attraction, soutenu d'une grande autorité, & peut-être aussi de l'inclination qu'on croit sentir à M. Newton pour la chose même, familiarise du moins les Lecteurs avec une idée proscrite par les Cartésiens, & dont tous les autres Philosophes avoient ratifié la condamnation, il faut être présentement sur ses gardes, pour ne lui pas imaginer quelque réalité, on est exposé au péril de croire qu'on l'entend."

(*Eloge de Newton* par Fontenelle, 1727)

Cette position lui sera reprochée, tout particulièrement par Voltaire, fervent newtonien (cf. *Lettres anglaises*).

"Un Français qui arrive à Londres trouve les choses bien changées en philosophie comme dans tout le reste. Il a laissé le monde plein, il le trouve vide. A Paris on voit l'univers composé de tourbillons de matière subtile ; à Londres on ne voit rien de cela."

(Lettre XIV. *Sur Descartes et Newton*, 1734)

Cependant, nous sommes dans une société en voie d'être conquise par la démarche scientifique, et l'Académie des Sciences, pour arbitrer entre les deux théories, organise avec l'appui du gouvernement des expéditions pour mesurer la courbure de la Terre, d'une part le plus près possible des pôles, à l'extrémité nord du golfe de Botnie, et d'autre part de l'équateur, au Pérou. Il s'agit de véritables expéditions qui prendront des mois (pour la première), des années (pour la seconde), et qui ne se limiteront pas à des opérations d'arpentage. Joseph de Jussieu notamment profitera de ce voyage au Pérou pour mener des travaux importants de botanique, et constituer des collections fabuleuses, point de départ de l'actuel Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Ce sont les premières expéditions scientifiques internationales.

L'expédition dans le golfe de Botnie sera conduite par Maupertuis. On comparera aussi avec les mesures de cartographie faites auparavant en France sous l'égide de Cassini. Dès le retour de Maupertuis à Paris (1737), les premiers résultats établiront ainsi sans ambiguïté que la Terre est aplatie aux pôles (1737). L'expédition au Pérou, conduite par La Condamine, reviendra bien plus tard (1743-1745), avec des mesures qui confirmeront encore la victoire des newtoniens.

En 1740, Fontenelle est toujours vivant, et on s'attendrait à ce qu'il admette lui aussi la mécanique newtonienne. Il semble qu'il n'en ait pas été suffisamment convaincu. Dans sa dernière version des *Entretiens* (1742), il ne souffle toujours mot des travaux de Newton, et il rédigera même un petit opuscule⁵ défendant encore les tourbillons de Descartes, peu d'années avant sa mort.

L'histoire ne s'arrête pas là. Par la suite, c'est dans la patrie de Descartes que la mécanique newtonienne sera développée avec beaucoup de talents, d'abord avec Clairault qui prédira par le calcul les conditions exactes du retour de la comète de Halley, puis avec bien d'autres, dont Laplace, et bien sûr Le Verrier qui calculera la position théorique de la planète Neptune, finalement découverte sur ses indications par Galle et d'Arrest à l'Observatoire de Berlin (1846), devançant ainsi les astronomes anglais de l'époque.

Et pour en finir sur cette controverse entre cartésiens et newtoniens, avec une note d'ironie, c'est une marquise, Madame Emilie du Chatelet, qui traduira en français les *Principes* de Newton. La publication de cette traduction en 1759, malheureusement près de dix ans après une mort prématurée, assurera ainsi la propagation de la théorie de Newton au pays de Descartes et Fontenelle.

Alors que reste-t-il des *Entretiens*, pour un scientifique, aujourd'hui ?

1. D'abord une leçon de modestie. Il est facile aujourd'hui de se moquer de ceux qui finalement avaient tort. A leur époque ce n'était pas si simple. Il n'y a qu'à peine 150 ans entre la publication du "*De Revolutionibus*" de Copernic et les *Entretiens* de Fontenelle. Songez qu'il n'y a guère moins entre la publication de la Relativité Générale (1915) et aujourd'hui, avec néanmoins des moyens de diffusion infiniment plus sophistiqués ! La réception de la théorie de la gravitation universelle n'était pas aussi évidente qu'il nous paraît aujourd'hui.

2. Ensuite, une nécessité de rester ouvert à des idées nouvelles : la possibilité de systèmes planétaires autour des étoiles, et de là, la possibilité de vie, probablement très différente de la nôtre, se développant dans ces planètes extra-solaires. Ce n'est que 300 ans après les *Entretiens*, que l'existence de planètes extra-solaires a pu être établie scientifiquement (1995). Depuis, les progrès ont été fulgurants, et nous découvrons aujourd'hui combien les systèmes planétaires sont divers et

⁵ *Théorie des tourbillons cartésiens ; avec des réflexions sur l'attraction*, 1752.

combien celui dans lequel nous vivons est spécial, pour le moment unique, ce à quoi Fontenelle nous avait préparés en insistant sur la *pluralité* des mondes⁶. Nous vivons dans une époque extraordinaire, et il serait très certainement jaloux de notre chance.

Conserver un esprit ouvert n'est cependant pas toujours facile, d'ailleurs Fontenelle lui-même a succombé à un blocage intellectuel, alors que pourtant il combattait avec beaucoup de brio ce type d'attitude.

3. Il reste enfin une présentation agréable et didactique du système de Copernic, ce qui après tout ne semble, malheureusement, pas totalement hors de propos aujourd'hui.

A près de 350 ans de distance, nous pouvons encore lire avec plaisir les *Entretiens*, et méditer fructueusement les leçons de notre compatriote rouennais !

⁶ Le terme pluralité contient deux notions complémentaires : multiplicité et diversité.