

Chapitre III - L'espace absolu de Newton

Soazig LE BIHAN

CH 284 - Premier semestre

Introduction

Newton : innovation et synthèse du travail de quelques décennies de la *République des Lettres*. Grande période d'échanges intellectuels. Notion controversée de "la" Révolution Scientifique, qui signerait la naissance de la "science moderne". Cette notion, même s'il faut la nuancer, peut nous servir de guide pour comprendre notre conception de l'espace, qui emprunte très largement à celle née de cette période.

Galileo Galilei (1564-1642)

Descartes (1596-1650)

Pierre Gassendi (1592-1655)

Blaise Pascal (1623-1662)

Christian Huygens(1629-1695)

Robert Boyle (1627-1691)

Robert Hooke (1635-1703)

Il s'agit donc pour nous de comprendre comment s'est construit notre conception de l'espace comme milieu extérieur, neutre, isotrope, homogène, vide, continu et infini à partir :

- du processus d'abstraction et de rationalisation engagé par Descartes
- de l'influence non négligeable de la religion sur les conceptions scientifiques

1 Espace Absolu et Espaces Relatifs : le système de la dynamique de Newton

LECTURE : Newton *Principia Mathematica, ou Principes de la Philosophie Naturelle*, Scholie

La question qui nous guidera dans cette lecture est celle de savoir comment Newton introduit et justifie la notion d'espace absolu, contre l'idée que l'espace n'est qu'un ensemble de relations spatiales (Berkeley, Huygens, Mach).

1.1 Les espaces relatifs

Le scholie se pose contre la conception relationnelle de l'espace qu'avait développé Descartes. Newton, de façon hautement polémique, reproche à cette conception de ne s'en tenir qu'aux aspects de l'espace "en relation aux choses sensibles" : les espaces relatifs sont du côté de l'"apparent", du "relatif" et du "vulgaire".

- L'espace apparent se résume aux mesures sensibles que l'on peut en faire.
- Ils correspondent à nos systèmes de référentiels et repères.
- La fin du texte nous informe cependant que les espaces relatifs sont loin d'être inutiles : ils sont même les seuls auxquels on ait un accès sensible. Ils sont que l'on utilise et que l'on doit utiliser dans la "vie civile".

Comment donc Newton introduit-il la nécessité de penser un autre espace que ces espaces relatifs, à savoir l'espace absolu ?

1.2 L'introduction de l'espace absolu par l'étude du mouvement

L'introduction de l'espace absolu est en relation directe avec l'étude de la possibilité d'un mouvement et d'un repos absolus. Dans le paragraphe IV, l'espace absolu apparaît comme condition de possibilité de la notion de mouvement absolu.

- Tous les systèmes se meuvent dans des espaces relatifs, et on peut procéder à une régression à l'infini, depuis le pilote dans son vaisseau, jusqu'à la Terre dans l'espace.
- Ce qu'énonce ici Newton est la loi, bien connue de vous, de composition des vitesses

- L'hypothèse de l'espace absolu est donc introduit comme cadre de référence ultime des mouvements.
- En particulier, étant immuable et immobile, il est le seul à permettre la distinction entre mouvement absolu et mouvement apparent (ou relatif).
- Il reste que cet argument n'est pas convaincant pour un tenant de la position adverse : pour l'instant, Newton ne fait que poser la nécessité de l'espace absolu comme condition du mouvement absolu. Si donc on refuse cette dernière notion de mouvement absolu, l'espace absolu n'est plus nécessaire.
- L'argument suivant propose une analogie avec les notions de temps relatif et absolu, et la remise à jour nécessaire du calendrier selon les théories astronomiques. Il n'est pas sûr que cet argument soit beaucoup plus convaincant.

Newton n'a donc pour l'instant qu'introduit son concept d'espace absolu, en relation directe avec celle de mouvement absolu. La suite du texte devra éclaircir en quoi 1/l'espace absolu est une hypothèse nécessaire à la conception du mouvement absolu, 2/ Le mouvement absolu existe bel et bien. Alors seulement nous auront un argument convaincant en faveur de l'espace absolu.

1.3 Question méthodologique : légitimité de la conjecture de l'espace absolu

La suite du texte, avant de passer à l'argumentaire proprement dit, énonce une thèse méthodologique, distinguant l'utilité et l'usage nécessaire des espaces relatifs dans la vie civile, et la nécessité de penser l'espace absolu dans les "matières philosophiques", où "il faut faire abstraction des sens". Comment ceci peut-il être cohérent avec la méthode scientifique newtonienne ?

- Selon Newton, la science, en bonne méthode, doit consister à ne donner que les causes des choses naturelles, soit encore les explications des phénomènes observables.
- C'est le sens du fameux "Hypothesis non fingo" (je ne forge pas d'hypothèse), qui énonce que la physique, ou "philosophie naturelle", doit être fondée sur quelques principes manifestes tirés de l'observation des phénomènes.
- Cet intermède méthodologique semble donc pour l'instant en contradiction avec les principes méthodologiques énoncés par ailleurs par Newton.

- Par définition en effet, l'espace absolu nous est donné comme inobservable (voir aussi la fin du texte p.15 : "Il faut avouer qu'il est difficile de connaître les mouvements vrais de chaque corps, et de les distinguer actuellement des mouvements apparens, parce que les parties de l'espace immobile dans lesquelles s'exécutent les mouvements vrais, ne tombent pas sous nos sens")
- Mais la suite de ce texte nous met sur la voie : c'est par les forces, qui sont les causes des mouvements vrais, et par leurs effets, que nous allons pouvoir distinguer l'espace absolu. C'est donc la considération de la *Dynamique*, par opposition à la seule *cinématique*, qui va permettre de justifier l'hypothèse de l'espace absolu

1.4 L'espace absolu, le principe d'inertie et la dynamique newtonienne

Le texte, après l'intermède méthodologique, introduit peu à peu l'idée que c'est la considération de la dynamique, donc des forces et des mouvements accélérés, qui permet de fait de l'espace absolu une hypothèse nécessaire à la théorie de Newton.

- Newton semble reprendre l'exemple du pilote dans son vaisseau, lui même en mouvement sur la Terre etc. Mais cette fois, il introduit des mouvements accélérés.
- Or la loi d'inertie établit une distinction essentielle entre mouvement uniforme et mouvement accéléré
- Mais si tous les référentiels se valent, alors on ne peut pas les distinguer : un mouvement accéléré dans un certain référentiel peut être considéré comme au repos dans un autre référentiel.
- Le principe d'inertie ne peut être vrai que dans une certaines classes de référentiels : les référentiels inertiels.
- Le rôle de l'espace absolu n'est donc pas de donner un référentiel pour la pratique, mais bien de fonder la distinction absolue entre mouvements uniformes et mouvements accélérés.
- l'expérience (fameuse) du seau en rotation : un exemple historique discuté très longtemps, mais pour lequel les tenants de l'espace relationnel n'ont pas su trouver de réponse. Newton semble avoir trouvé là un "effet" observable du mouvement absolu, justifiant finalement l'hypothèse de l'espace absolu dans son système.

Finalement, l'espace absolu se trouve être bien plus riche qu'une simple abstraction géométrique héritée de Descartes : l'espace est à nouveau propre-

ment *physique* et non seulement géométrique : il influence les corps au sens où il est à la fois le "garant" de l'inertie (il est ce qui fait perdurer les systèmes dans leur mouvement rectiligne uniforme) et le lieu des mouvements vrais, c'est-à-dire, accélérés. On peut remarquer dès à présent cette singularité de l'espace absolu : s'il agit sur les corps, les corps en revanche n'agissent pas sur lui. c'est une asymétrie sur laquelle l'histoire des conceptions de l'espace reviendra avec Einstein.

2 Newton, Science, Philosophie et Théologie

LECTURE : Newton *De Gravitatione, De la Gravitation* extrait

2.1 L'Espace et les Lois de Dieu

La lecture du texte de jeunesse de Newton (non publié à l'époque) permet de voir ce qui est sous-jacent dans les *Principes* : l'opposition à Descartes bien sûr, mais surtout l'importance de l'influence des conceptions religieuses sur la physique newtonienne. Il permet enfin de bien voir en quoi cet espace est bien celui dont nous avons hérité, tout en oubliant l'aspect strictement religieux : l'espace absolu.

En quel sens Newton peut-il être vu comme le défenseur du "substantivisme" ? L'espace n'est ni substance, ni accident : il est cependant plus un quelque chose qu'une propriété : en quel sens ? Il nous suffit de suivre le texte, et de voir à quel point les caractéristiques de l'espace rejoignent celles de Dieu.

1.L'espace est mathématique, et ce, indépendamment de la matière : c'est un premier sens en lequel l'espace est absolu.

2.L'espace est infini : discussion entre infini potentiel et infini en acte : deuxième sens d'absolu.

3.L'espace est immobile. Argument de Leibniz.

4.L'espace est un milieu sous-jacent

5.L'espace est le lieu de l'inertie

6.L'espace est éternel

Finalement donc :

- Dieu constitue l'espace et le temps : toute chose est contenue et se meut en lui
- L'espace est le "sensorium dei" : l'organe sensoriel de Dieu : Dieu, omniprésent, perçoit et agit sur toute chose de façon immédiate et intime.

- L'espace n'est donc pas passif : il a une réalité proprement physique, il agit sur les corps

Newton, Scholie général de la seconde édition, *Principia Mathematica*, 1713

"It is the dominion of a spiritual being which constitutes God : a true, supreme, or imaginary dominion makes a true, supreme, or imaginary God. And from true dominion it follows that the true God is a living, intelligent, and powerful Being ; and, from his other perfections, that he is supreme, or most perfect. He is eternal and infinite ; omnipotent and omniscient ; that is, his duration reaches from eternity to eternity ; its presence from infinity to infinity ; he governs all things, and knows all things that are or can be done. He is not eternity and infinity, but eternal and infinite ; he is not duration or space, but he endures and is present. He endures for ever and is everywhere present ; and by existing always and everywhere, he constitutes duration and space.

In him are all things contained and moved."

"God as far as vacuum extends"

2.2 Conclusion : la naissance du réalisme scientifique moderne

Dans sa conception de l'espace comme milieu sous-jacent infini, homogène, isotrope et continu, Newton hérite de trois grandes traditions

- La critique cartésienne de l'espace aristotélicien, opposant le point de vue des mathématiques rationnelles à celui du sens empirique.
- Les théories atomistes, qui, par l'intermédiaire de Gassendi, offrent une critique du locus cartésien en faveur du vacuum.
- Les influences chrétiennes, par l'intermédiaire de Henry More, qui critique le cartésianisme comme matérialiste et donc risquant de parler en faveur de l'athéisme

La synthèse de ces traditions permet de concevoir un espace sous-jacent mathématique, plus précisément géométrique, vide, en conformité avec la pensée religieuse de l'époque.

En cela, Newton fait aussi la synthèse entre le mathématique et le physique, et inscrit définitivement la mathématique et les lois de nature dans le monde réel : il s'agit du "réalisme" qui deviendra le lieu commun de la physique mathématique.

- Il ne s'agit plus d'un problème d'intelligibilité comme chez Descartes

- Les mathématiques, et la géométrie ne sont plus des systèmes de propositions hypothétiques : la géométrie est une branche de la mécanique universelle.
- De la même façon, la force et la masse, concepts fondamentaux de la dynamique newtonienne, sont des êtres physiques réels (la notion de masse ponctuelle fait de la masse un caractère intrinsèque de la matière)
- Finalement, il s'agit de trouver les lois de Dieu dans l'espace de la création divine : ces lois sont *vraies* du monde, ce sont les *lois de la nature* .