

Drewnowski, Jerzy

Copernic et le principe de la relativité du mouvement

Organon 15, 167-186

1979

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Jerzy Drewnowski (Pologne)

COPERNIC ET LE PRINCIPE DE LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT

Dans les publications consacrées à la théorie de l'héliocentrisme on retrouve fréquemment l'opinion qu'il résulterait de certains énoncés de Copernic inclus dans le *De revolutionibus*, et des contenus de ce traité en général, que le savant avait connu et approuvé le principe de la relativité du mouvement. Cette opinion se retrouve dans beaucoup d'ouvrages populaires aussi bien anciens, encyclopédiques, que récents, consacrés surtout à l'histoire de l'astronomie¹. Il y a cependant maintes façons de concevoir le problème. Certains auteurs ajoutent des restrictions à leurs dires en avançant par exemple que le principe de la relativité du mouvement est formulé par Copernic assez timidement et avec prudence soit qu'il n'est contenu qu'implicitement dans ses écrits, ou bien encore comme une sorte d'intuition². D'autres prétendent lire dans son texte ce principe formulé nettement, *expressis verbis*³.

La validité de toutes ces opinions a été récemment mise en doute par Michal Heller⁴. Ayant analysé quelques passages qui se trouvent au premier livre du *De revolutionibus* et concernent le mouvement ab-

¹ Cf. par exemple M. Rozental, P. Judin (réd.), *Krótki słownik filozoficzny* (Dictionnaire abrégé de philosophie), Warszawa 1955, p. 298. Cf. aussi W. Zonn, *Astronomia dziś i wczoraj* (l'Astronomie aujourd'hui et hier), sér. « Omega », n° 24, Warszawa 1965, pp. 26-28.

² Cf. P. Floss, M. Kusansky, *Zivot a dílo*, Praha 1977, p. 77.

³ Cf. M. Markowski, *Burydanizm w Polsce w okresie przedkopernikańskim* (Le buridanisme en Pologne avant Copernic), Warszawa 1971, p. 252; cf. aussi id., *Nauki ścisłe na Uniwersytecie Krakowskim w XV w.* (Les sciences exactes à l'Université de Cracovie au XV^e siècle), dans : *Filozofia polska XV wieku* (La philosophie polonaise au XV^e siècle), ouvrage collectif réd. par R. Palacz, Warszawa 1972, pp. 233-234. Cf. aussi J. Werle, *Co fizyka zawdzięcza Kopernikowi, a Kopernik fizyce* (Ce que la physique doit à Copernic et Copernic à la physique), « Postępy fizyki » 25 (1974), 4, p. 313.

⁴ M. Heller, *Kopernik jako relatywista* (Copernic relativiste), « Kwartalnik Historii Nauki i Techniki » 17 (1972), 2, pp. 235-242.

solu de la Terre et le repos également absolu du Soleil et du ciel, l'auteur en vient à constater que la notion de relativité était tout à fait étrangère à Copernic. Il attire cependant l'attention sur un certain énoncé du savant contenu dans le même livre, qui ressemble fort à un des théorèmes du principe moderne de la relativité du mouvement et que l'on pourrait qualifier de principe de la relativité des mouvements uniformes. Ce n'est là qu'une interprétation proposée, sur laquelle l'auteur lui-même s'interroge; l'article n'en suggère pas moins que Copernic, malgré ses idées, en principe traditionnelles, sur la nature du mouvement, était dans une certaine mesure ou sur un certain plan relativiste.

Avant de présenter les arguments cités à l'appui de toutes ces spéculations sur le prétendu relativisme de Copernic, et avant d'intenter une polémique plus approfondie qui semble nécessaire, vu l'importance du problème, rappelons-nous ce que signifie le terme de relativité du mouvement. Ce terme possède en effet deux significations principales, essentiellement différentes quoique génétiquement liées.

La relativité du mouvement conçue dans la première acception repose sur la constatation — fondamentale pour la connaissance des phénomènes cinématiques — que l'image du mouvement dépend de la position et du mouvement de l'observateur et que nul mouvement ne peut être perçu autrement que par le changement de la position du mobile par rapport à un autre corps. Ces conditions indispensables à l'observation de tout mouvement furent exprimées également par une tournure négative, à savoir que le mouvement d'un objet est impossible à constater s'il n'y a pas moyen d'observer son déplacement par rapport à un autre objet. C'est la situation par exemple lorsque l'observateur placé dans un véhicule, à cause de l'obscurité ou à défaut de fenêtres ne peut voir l'emplacement des objets qui se trouvent à l'extérieur, et par conséquent ne sait pas si le véhicule se meut ou demeure immobile. La physique moderne parle en de telles situations de l'impossibilité de constater le mouvement d'un système donné par un observateur enfermé dans ce système. Cette acception de la relativité englobe aussi la règle, assez évidente, que la représentation du phénomène qu'est le mouvement de deux objets dont la situation mutuelle change est indépendante du fait lequel de ces objets est considéré comme fixe. La relativité dans cette première et fondamentale acception est restreinte aux phénomènes cinématiques, sans s'intéresser aux relations entre la sphère observable du mouvement et le caractère effectif de celui-ci. En constituant le point de départ pour toutes les conceptions philosophiques du mouvement, même diamétralement opposées, elle se laisse concilier avec toutes ces conceptions, car elle est un fait évident que sont censés reconnaître tous ceux que le

sujet du mouvement préoccupe. Elle est aussi vieille que la physique elle-même ⁵.

La relativité dans la seconde acception, beaucoup moins ancienne celle-ci, ne concerne pas tant les phénomènes du mouvement que leurs rapports à la réalité. Elle place en effet au même niveau le plan des phénomènes et celui des faits réels, en présupposant le même degré de véracité de toutes les images du mouvement. Elle constitue en même temps une réaction contre les principes philosophiques jamais remis en question pendant des siècles, selon lesquels seulement certains genres de mouvement auraient la propriété d'être réels.

Suivant ces principes il n'y avait de réel que le mouvement d'un corps par rapport à un point déterminé, non seulement immobile, lui, par rapport à un autre point de repère choisi, mais immobile absolument ⁶. De la conception géocentrique de l'Univers il résultait que le centre de la Terre, privilégié par la nature, constitue un tel point pour tout le cosmos. Le mouvement par rapport à ce point absolument fixe était un mouvement absolu et s'exprimait par le déplacement dans un espace diversifié, hétérogène. Tous les autres mouvements n'étaient que relatifs et n'ayant pas la propriété d'être réels furent qualifiés d'apparents. Ceci concernait par exemple le cours des planètes tel qu'on l'observait sur la voûte céleste ⁷. On voit par conséquent que la relativité dans la première

⁵ Euclide écrivait déjà dans son *Optique* (Euclidis Optica, recensio Theonis § 50, dans : *Euclidis Opera*, éd. Heiberg, VII, p. 238 ainsi qu'aux paragraphes 49, 51, 53, 54) sur les différents aspects de la dépendance entre l'image du mouvement et le repos ou le mouvement de l'observateur. Le même sujet était aussi traité par les opticiens arabes de l'Antiquité et plus tard les opticiens latins médiévaux.

⁶ La quantité infinie d'images possibles de chaque mouvement, suivant le point d'observation, demandait une caractéristique du mouvement qui se rapporterait à ses qualités objectives et non à la situation accidentelle de l'observateur. La physique relativiste contemporaine aurait, elle, résolu ce problème en désignant certaines relations objectives entre les objets observés, relations indépendantes du mouvement qui anime le système de l'observateur. La physique antique n'avait pas cette possibilité. Le relativisme cognitif qui mettait l'accent dans la pensée antique et dans celle de plusieurs siècles consécutifs sur ce qui était particulier et accidentel dans la connaissance individuelle, menait en effet toujours au subjectivisme, à la contestation de la possibilité d'existence de la science objective. On a donc choisi une solution plus simple en privilégiant une parmi toutes les images possibles du mouvement et en la reconnaissant comme étant la seule vraie. Ce contexte logique, à savoir les difficultés qu'il y avait à édifier un pont entre l'expérience individuelle et la science objective générale, explique certainement une des causes de la naissance et de la longue invulnérabilité de la conception du mouvement absolu. Cf. les remarques à ce sujet de M. A. Tonnelat, *Inertie et relativité dans la physique de Galilée*, dans « Collections et travaux de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences » n° 16, p. 30.

⁷ Ces mouvements, quoique apparents, étaient pourtant considérés comme unique reflet des cours réels des planètes, inaccessibles à l'observation directe. Par conséquent, la condition fondamentale à laquelle devait répondre chaque modèle du monde, c'était d'être assujéti aux phénomènes, comme l'exprimait la formule connue de *faenomena salvari*.

acception, avec l'image du mouvement qui dépend de la situation de l'observateur, avait été circonscrite à la sphère des phénomènes non identiques au mouvement réel.

La relativité conçue dans la **seconde acception**, celle qui conteste la validité de tous les principes et des divisions mentionnés, naquit et s'est fait des adeptes lorsque l'évolution de la pensée en arriva au stade, où certains philosophes et savants s'étaient vus incapables de trouver des critères convaincants qui auraient permis de distinguer infailliblement le mouvement relatif du mouvement absolu. L'absence de tels critères conduisait à des conclusions particulièrement importantes pour le développement de la physique et de la philosophie : il apparaissait manifestement que, contrairement à la tradition séculaire, le mouvement absolu, essentiellement différent du mouvement relatif, est non seulement inaccessible à l'observation directe, mais n'existe point. Cette conclusion découlait, entre autres, de l'impossibilité de trouver dans l'Univers un point privilégié qui pourrait constituer un système de référence pour le mouvement absolu. La conception de la relativité du mouvement étayée sur de telles constatations équivaut donc à l'avis que dans la nature il n'existe que le mouvement relatif. Puisqu'il n'y a aucun point, aucun système privilégié, chaque point, chaque corps arbitrairement choisi peut constituer un repère pour tout mouvement considéré. On identifie donc le mouvement du corps à son déplacement dans l'espace, c'est-à-dire au changement de sa position par rapport à d'autres corps qui s'y trouvent. Or, comme il n'y a pas dans l'Univers d'objet dont la position par rapport à d'autres objets ne changerait pas, la notion de repos absolu perd également tout son sens. De même, chaque état de repos n'est que relatif, n'est qu'une convention qui dépend de la décision arbitraire du chercheur. Etant donné l'égalité attribuée à tous les systèmes de référence, l'ancienne division des mouvements en réels et apparents perd aussi sa justification. Le mouvement d'une pomme qui tombe vers la Terre est aussi réel qu'au même instant celui de la Terre vers la pomme, évidemment lorsque nous considérons uniquement ces deux systèmes. Le mouvement diurne de l'Univers autour de la Terre est au même titre réel que la rotation quotidienne de celle-ci autour de son axe. Il n'y a plus raison de considérer certains mouvements tels que le mouvement circulaire uniforme comme particulièrement parfaits, puisque la trajectoire du mobile autant que sa vitesse dépendent du système de référence qui est facultatif.

Ainsi, par relativité on entend soit certaines manifestations fondamentales de tout mouvement, soit la thèse qui pose l'identité de ces manifestations à l'aspect réel du mouvement. Bien sûr, deux acceptions si différentes du même terme obscurcissent les différences essentielles

dans les façons particulières de concevoir la nature du mouvement et provoquent des malentendus. Il semble donc justifié d'opter pour la tendance qui veut que l'on parle relativité, relativistes et relativisme en adoptant la seconde des acceptions distinguées.

C'est donc de la relativité comprise dans son second sens que Copernic, suivant les auteurs cités au début, avait eu la prescience dans le *De revolutionibus* ou même l'avait formulée, comme l'affirment certains. Les arguments que l'on cite à l'appui de ces assertions sont tout compte fait deux. Le premier se réduit à la conviction que sans reconsidérer les idées courantes sur le mouvement en général et sans reconnaître que le Soleil soit autant que la Terre un repère correct du point de vue cinématique pour le mouvement des planètes, Copernic n'aurait pu accomplir ce bouleversement des systèmes de référence qui fut à la base de sa théorie. Le second argument, pris cette fois-ci dans le texte de Copernic lui-même, repose sur un exemple bien connu, cité par le savant dans son *De revolutionibus* : celui du navire dont les passagers ont l'impression de rester sur place tandis que la rive s'éloigne; les auteurs concernés voient là un exemple de relativité du mouvement — dans la seconde acception — et le passage où il se trouve exprime à leur avis d'une certaine manière l'équivalence de différents systèmes de référence et, partant, le principe cinématique de relativité.

Ces assertions demeurent pourtant en contradiction absolue avec les idées de Copernic, ne serait-ce qu'avec le principe fondamental de son système — cet « axiome de Platon » qui pose que les corps célestes ne peuvent se déplacer autrement qu'animés d'un mouvement uniforme autour d'un cercle⁸. On sait que Copernic considérait comme une des qualités essentielles de son modèle de l'Univers sa meilleure adéquation à cet axiome par rapport aux systèmes antérieurs⁹. L'incompatibilité de ce principe avec le relativisme vient du fait qu'il repose sur la conviction que le mouvement uniforme sur un cercle est le plus parfait des mouvements — car ce même mouvement rapporté à un autre point de repère n'est plus ni uniforme ni circulaire.

Incompatibles avec la relativité du mouvement sont aussi les argu-

⁸ Ce principe est présenté par Copernic au chapitre IV du premier livre du *De revolutionibus*. Ce chapitre s'intitule : *Quod motus corporum caelestium sit aequalis ac circularis perpetuus vel ex circularibus compositus* (Le mouvement des corps célestes est uniforme et circulaire, perpétuel ou composé de mouvements circulaires).

⁹ Copernic parle de ces qualités aussi bien dans son *De revolutionibus* que dans le *Commentariolus*. Il le fait indirectement — en critiquant les inconséquences de Ptolémée; cf. M. Kopernik, *De revolutionibus libri sex*, Warszawa 1975, p. 4, w. 19-22 et commentaire de ce passage. Cf. id., *De hypothesibus motuum caelestium a se constitutis Commentariolus*, dans : Prowe, *Nicolaus Copernicus*, t. 2, Berlin 1884, pp. 184-186.

ments philosophiques que Copernic fournit pour justifier la situation centrale du Soleil et son immobilité, en même temps que la mobilité des planètes. Le Soleil reste immobile au centre de l'Univers étant le plus parfait des corps célestes. Il y a au premier livre du *De revolutionibus* des fragments bien connus où Copernic compare cet astre à un dieu visible, un souverain assis sur son trône. Les planètes — corps célestes de moindre perfection — tournent autour du Soleil pareils aux serviteurs s'empressant auprès du monarque¹⁰. Copernic raisonne ici à l'instar des Anciens qui dans leur système des valeurs, englobant tout l'Univers, la nature et les dieux y compris, accordaient au repos comme à un état de perfection absolue une place infiniment supérieure à celle du mouvement¹¹. Evidemment, pour que cette perfection ait un sens, il faut que le mouvement et l'immobilité soient quelque chose d'objectif, d'absolu, et que ni le repos ne puisse être raisonnablement appelé mouvement, ni le mouvement — repos.

Les passages d'ailleurs ne manquent pas dans la même œuvre qui expriment directement la conformité absolue des idées coperniciennes sur le mouvement à la tradition. Je songe ici aux passages où le mouvement et le repos ainsi que les mouvements concrets propres aux corps particuliers sont considérés du point de vue de leur existence réelle, et où la réalité est opposée aux apparences. Le mouvement diurne du Soleil sur le firmament et la rotation diurne de la sphère céleste de même que le repos de la Terre sont rejetés par Copernic non comme hypothèse scientifique erronée et incommode, mais simplement comme une illusion, une apparence trompeuse. De même, l'opinion que la Terre se meut tandis que le Soleil et le ciel demeurent immobiles non seulement permet de se représenter le monde d'un façon plus simple : elle a sur l'autre l'avantage d'être vraie. Par exemple un chapitre du *Commentariolus* porte le titre : *Sur les évolutions apparentes du Soleil*¹² et dans le premier alinéa Copernic y écrit entre autres :

« En effet les principaux arguments avec lesquels les philosophes de la nature s'efforcent de prouver l'immobilité de la Terre reposent pour la plupart sur des apparences et tous seront ici tout de suite réfutés, car nous estimons que l'immobilité de la Terre n'est elle-même qu'une apparence »¹³.

¹⁰ Kopernik, *De revolutionibus*, pp. 20-21.

¹¹ Copernic allègue cette noblesse du repos par rapport au mouvement et à l'instabilité en voulant prouver l'immobilité de l'Univers : « His etiam accedit, quod nobilior atque diviniore conditio immobilitatis existimatur quam mutationis et instabilitatis », Kopernik, *op. cit.*, p. 17.

¹² *De motibus, qui circa solem apparent*; Kopernik, *De hypothesisibus*, p. 188.

¹³ « Etenim quibus Physiologi stabilitatem eius astruere potissime conantur, apparentiis plerumque innitantur; quae omnia hic in prinis corruunt, cum etiam propter apparentiam versemus eandem »; Kopernik, *op. cit.*, pp. 187-188. Par

La même façon de voir se retrouve dans le *De revolutionibus*. Le chapitre VIII du premier livre où sont combattus les arguments à l'aide desquels les Anciens prouvaient l'immobilité de la Terre se termine par la conclusion significative qui suit :

« Comme nous voyons, tout ceci prouve bien que le mouvement de la Terre est plus probable que son repos, surtout la rotation diurne, la plus propre à la Terre »¹⁴.

La conviction que nourrissait Copernic sur la réalité du mouvement de la Terre et la fausseté du mouvement du Soleil et de l'Univers a été cependant le plus explicitement et le plus pleinement exprimée dans un passage connu du même chapitre VIII au premier livre, où il a cité l'exemple du navire, considéré par certains comme preuve d'idées relativistes. Voici ce que dit ce passage :

« Nous nous contentons de l'axiome que la Terre est circonscrite par les pôles et une surface sphérique. Pourquoi donc hésitons-nous encore à lui attribuer un mouvement qui convient naturellement à sa forme, au lieu d'admettre le mouvement de tout l'Univers dont nous ne connaissons ni ne pouvons connaître les limites ? Pourquoi ne dirions-nous pas clairement que ce phénomène de rotation diurne n'est qu'apparent sur le ciel et réel sur la Terre et qu'il en est comme l'aurait exprimé Enée lorsqu'il dit chez Virgile :

'Nous quittons le port quand c'est la terre qui recule et les villes ?'

Car lorsqu'un navire vogue sur la mer calme, les gens qui s'y trouvent voient ce qui est à l'extérieur comme si tout cela justement se mouvait comme le navire, et inversement, il leur semble qu'eux-mêmes ils restent sur place avec tout ce qui est avec eux. C'est sûrement ainsi que se présentent les choses dans le cas du mouvement de la Terre, en donnant l'illusion que le monde entier évolue »¹⁵.

Comme on voit, la phrase de Virgile n'a pas servi à illustrer la thèse relativiste qui pose que la mobilité ou l'immobilité d'une chose dépend uniquement du point d'observation choisi; il s'agit seulement d'un exemple d'illusion optique et d'erreur possible lorsqu'on veut établir qu'est-ce qui se meut réellement. Les mots « apparent » et « réel » employés par Copernic ne laissent subsister aucun doute là-dessus.

Ajoutons que cette façon de considérer la réalité du repos du Soleil

contre le fragment qui suit oppose le mouvement apparent du Soleil au mouvement réel de la Terre : « ...consequens est, ut hoc motu Sol circumferri videatur, perinde ac si terra in centro mundi subiaceat, cum tamen id non Solis sed terrae potius motione contingit »; Kopernik, *op. cit.*, pp. 188-189.

¹⁴ « Vides ergo, quod ex his omnibus probabilius sit mobilitas terrae quam eius quies, praesertim in quotidiana revolutione tamquam terrae maxime propria »; Kopernik, *De revolutionibus*, p. 17.

¹⁵ Kopernik, *op. cit.*, pp. 15-16.

et du ciel ainsi que celle de la mobilité de la Terre est chez Copernic tout à fait conséquente; on pourrait en multiplier les exemples en puisant dans son *De revolutionibus*. On peut aussi démontrer facilement que la question : « réels ou apparents » ? s'étend chez Copernic sur les mouvements de tous les autres corps célestes. Il n'y a de vraie que la rotation des planètes sur leurs orbites autour du Soleil : les déférents et les épicycles. Sont évidemment faux et apparents tous les mouvements tels qu'on les observe sur la voûte céleste — comptés traditionnellement parmi les phénomènes étant des images illusoire de la réalité.

Tout cela étant dit, les textes de Copernic à l'appui, il ne devrait plus faire de doute que le principe de relativité fût tout à fait étranger au savant. Il reste pourtant à considérer ce « principe copernicien de relativité » que propose Michał Heller dans son article dont il a été question au début.

Bien que cet auteur, comme on se rappelle, déclare inexacte l'opinion sur le relativisme de Copernic, il trouve cependant dans le texte de celui-ci un énoncé qui à son avis pourrait s'interpréter comme « principe de relativité pour les mouvements uniformes »¹⁶. Cet énoncé se trouve au chapitre V du premier livre du *De revolutionibus* et exprime l'impossibilité de constater le mouvement d'un corps donné par un observateur qui se meut comme ce corps, c'est-à-dire se déplace dans la même direction et avec la même vitesse¹⁷. L'auteur remarque la coïncidence de cette observation avec les conséquences qui découlent du principe de la relativité du mouvement tel qu'il fonctionne dans la physique moderne. Or, « en nous limitant (pour la clarté du raisonnement) aux systèmes d'inertie, nous pouvons dire que, conformément au principe de relativité, il n'est pas possible d'établir en étudiant quelque phénomène que ce soit à l'intérieur d'un système d'inertie donné, si ce système est mobile ou immobile ». En poursuivant ses réflexions l'auteur en vient à conclure que Copernic aurait été d'accord pour formuler le principe suivant : « L'observateur qui se trouve à la surface d'un corps animé d'un mouvement naturel n'est pas en état de constater au moyen de quelle expérience que ce soit si ce système se meut ou demeure en repos ».

Jusqu'à ce point on peut entièrement souscrire à ce raisonnement. On peut également admettre la conclusion que si l'on remplace l'expression de « corps animé d'un mouvement naturel » par celle de « système d'inertie », le principe formulé par Copernic prend une signification tout à fait moderne. Il est cependant difficile de partager la

¹⁶ Heller, *op. cit.*, p. 237.

¹⁷ « Nam inter mota aequaliter ad eadem non percipitur motus, inter visum dico et videns »; Kopernik, *op. cit.*, p. 11.

supposition de l'auteur qu'en fait il s'agit ici de la relativité du mouvement dans son acception moderne, c'est-à-dire de la relativité considérée comme l'équivalence de tous les systèmes de référence. Il semble aussi abusif d'employer pour désigner le principe en question, à savoir cette impossibilité de constater le mouvement d'un corps donné par un observateur animé du même mouvement dont parle Copernic, le terme de « principe copernicien de relativité » qui s'associe avec l'acception moderne de la relativité du mouvement. L'auteur de l'article se rend d'ailleurs clairement compte lui-même de l'incompatibilité qui existe entre cette interprétation relativiste de la règle mentionnée par Copernic et l'absolutisation du mouvement et du repos que l'on retrouve partout dans les textes du savant. Aussi, pour terminer, il se demande lui-même si une telle modernisation de Copernic n'est pas trop abusive¹⁸; en considérant comme certain que « la notion de relativité était cependant absolument étrangère à l'astronome de Toruń » il laisse la question de cette incompatibilité du « principe copernicien de relativité » avec les opinions de Copernic sur l'essence du mouvement à vrai dire irrésolue. On se demande toutefois s'il y a vraiment contradiction entre la conviction que le mouvement absolu et le repos absolu existent et la constatation que le mouvement d'un corps observé est irrépérable si l'observateur se déplace de la même manière et dans la même direction. Remarquons que chez Copernic cette constatation est l'élément du raisonnement destiné à prouver une thèse opposée au relativisme : celle que la Terre se meut réellement et le Soleil demeure réellement immobile. Comment expliquer alors cette coïncidence de contenus que présentent cette constatation de Copernic et la thèse de la physique relativiste moderne qui pose l'impossibilité de détecter le mouvement d'un système donné par un observateur enfermé à l'intérieur de ce système ?

Tout simplement, la remarque que le mouvement d'un corps donné est invisible pour un observateur qui en fait partie ou, ce qui revient au même, qui participe à son mouvement, s'accorde autant avec la conviction qu'il existe un mouvement absolu qu'avec la position relativiste. En effet, l'impossibilité en question concerne le mouvement par rapport à n'importe quel point choisi, que l'on considère ou non certains points ou certains systèmes de référence comme privilégiés, comme les seuls propres à servir de repères pour le mouvement d'un corps. Ce défaut de critères philosophiques de la division des mouvements fait qu'il est difficile d'admettre qu'il s'agit ici du principe de la relativité, ne serait-ce que des mouvements uniformes. Général ou restreint, ce principe — qui défend plus ou moins de considérer la différence entre le mouve-

¹⁸ Heller, *op. cit.*, loc. cit.

ment et l'immobilité comme absolue — n'est pas sans représenter une prise de position envers ces principes philosophiques.

Dans la thèse qui pose l'indiscernabilité du mouvement à l'intérieur d'un système on peut par contre retrouver la relativité dans l'autre acception, celle que nous avons mentionnée en premier lieu au début de cet article. Cependant la relativité ainsi conçue ne présente aucun intérêt pour le problème des opinions de Copernic sur la nature du mouvement. Comme nous l'avons déjà souligné, elle est absolument indépendante de toutes solutions philosophiques ayant rapport au caractère réel des phénomènes du mouvement; or, c'est des différences entre ces solutions que découlent les différences entre les conceptions cinématiques rivales.

Les idées de Copernic sur le mouvement sont donc sur le plan physique et philosophique absolument incompatibles avec le principe cinématique de relativité. Malgré les apparences, on ne retrouve point ce principe dans son œuvre, même limité aux mouvements uniformes. La transposition du système de référence de la Terre au Soleil pouvait s'accomplir et s'est bien accomplie sans que soient reconsidérés les principes généraux de la cinématique des Anciens. De plus, l'adéquation imparfaite du système de Ptolémée à ces principes devint pour Copernic une des raisons qui justifiaient la nécessité de créer un système nouveau, qui prévaudrait sur l'autre grâce à sa plus grande fidélité aux axiomes fondamentaux du mouvement des corps célestes¹⁹. Fondée sur ces principes et sur ces axiomes, donc incompatible avec le relativisme, la conviction que le modèle héliocentrique est le seul vrai possible fut probablement un des stimulants essentiels qui ont fait persister le savant pendant des années dans sa tâche difficile et la mener à bien. D'ailleurs, la foi en l'existence des points de référence et des valeurs absolus, absolument exacts ou inexacts, ne favorise-t-elle pas mieux les bouleversements profonds des idées que le relativisme, admettant divers points de vue, en quelque sorte naturellement démocratique et tolérant, et de ce fait moins susceptible de provoquer des changements radicaux ?

Dans la cinématique, comme dans les autres disciplines scientifiques, le relativisme naquit assez tard, pour entreprendre une longue et pénible conquête des esprits humains. Il s'opposait à la façon intuitive, anthropomorphiste, de concevoir le monde, au besoin d'y voir un ordre et une hiérarchie univoques. Il a fallu la révolution scientifique du

¹⁹ Cf. note 9.

XVII^e siècle pour que le concept de relativité du mouvement fût formulé pour la première fois et encore trois siècles consécutifs pour que celle-ci fût généralement reconnue par la société savante²⁰.

L'Antiquité qui créa les fondements de la cinématique, une terminologie des mouvements, des systèmes scientifiques et philosophiques où le concept de mouvement tenait un rôle capital, ne connaissait pas la relativité du mouvement dans l'acception qui nous intéresse. Les philosophes de l'Antiquité avaient, il est vrai, des opinions divergentes sur le mouvement tel qu'il existe dans la nature : certains, comme Héraclite, prétendaient que tout se meut, d'autres, comme les Eléates, estimaient que le mouvement n'existe point; il n'y eut pourtant pas un seul à entrevoir l'idée que le mouvement et le repos puissent être considérés autrement qu'en notions absolument opposées.

Le Moyen Age, quoique observant en principe la même attitude, avait pourtant préparé la venue des changements radicaux ultérieurs. Comme on sait, maints concepts nouveaux relatifs au mouvement furent élaborés à l'époque; naquit la célèbre théorie de l'*impetus* qui explique le mouvement du corps tout contact avec le moteur ayant cessé. Cependant, si le Moyen Age a préparé le futur bouleversement des idées les plus générales sur le mouvement, ce n'est pas tellement pour avoir introduit des nouvelles notions et théories dans la physique, mais surtout par certaines conceptions philosophiques. Une importance incontestable revient à l'opinion, exprimée par certains penseurs médiévaux, que la solution des problèmes de la cinématique aussi difficiles que l'identification du mouvement réel et du repos réel dépasse les possibilités de l'esprit humain. Cette conception, liée au nom de Nicole Oresme et appelée quelquefois conception de la relativité du mouvement, a sans conteste influencé la reconsidération ultérieure du sens même de la distinction opérée entre les mouvements absolu et relatif²¹. Mais ce qui rend la pensée médiévale la plus proche de l'idée de la relativité du

²⁰ On trouve un aperçu intéressant de la problématique de la relativité, y compris celle du mouvement, avec comme toile de fond les principales conceptions physiques et cosmologiques depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours dans : B. G. Kouznetsov, *Otnositel'nost*, Moskva 1969, p. 155.

²¹ Oresme présente cette conception dans un fragment connu de son *Traité du Ciel et du Monde*, cité par P. Duhem, *Un précurseur français de Copernic : Nicole Oresme (1377)*, « Revue générale des sciences pures et appliquées » XX (1909), pp. 866-873. Il y compare les deux hypothèses : celle du repos de la Terre et de la mobilité du ciel avec celle de la mobilité de la Terre et du repos du ciel. Il n'affirme pourtant pas qu'elles sont au même titre vraies, mais qu'elles sont au même titre probables, parce que les arguments logiques sont impuissants lorsqu'il s'agit d'établir laquelle des deux est juste. Tout ce raisonnement d'Oresme servait à démontrer l'impuissance analogue de la raison naturelle lorsqu'il s'agit de critiquer les dogmes de l'Eglise. Cf. le commentaire de A. Birkenmajer au premier livre du *De revolutionibus* dans Kopernik, *op. cit.*, pp. 364-365.

mouvement, c'est la philosophie, ou plus précisément la cosmologie de Nicolas de Cues. Son cosmos, autrement que dans la représentation d'Aristote et celle de toute l'Antiquité, était (tout comme Dieu dont il reproduisait les attributs) infini et illimité. C'était une sphère à rayon infiniment long. Il n'avait ni circonférence, ni centre ni aucun autre point distingué. Autrement dit, il remplissait un espace absolument homogène. Toutes ses parties étaient animées d'un mouvement permanent et éternel. Le repos n'y existait qu'en tant que mouvement considéré dans une parcelle de temps infinitésimale. Cette représentation du monde impliquait en quelque sorte la relativité du mouvement²². On aurait pu déduire de cette vision hardie toute la cinématique relativiste — tout un ensemble de théorèmes expliquant et classifiant divers genres de mouvement, théorèmes qui évidemment auraient eu trait aussi à la cinématique rejetée du mouvement et du repos absolus. Ces théorèmes, contenus en quelque sorte implicitement dans l'œuvre de Nicolas de Cues ne demandaient qu'à être formulés en guise de conclusions particulières tirées de ces principes généraux. Mais cela n'advint qu'au XVII^e siècle.

En attendant, la Renaissance développait et modifiait ces visions et ces théories, sans progresser pour autant ne serait-ce que d'un pas vers le relativisme. La conception de l'indiscernabilité des véritables mouvements du ciel fut adoptée entre autres par les savants protestants qui postulaient d'abandonner la recherche du vrai modèle du monde, en estimant que tous les modèles qui existent sont dans la même mesure inexacts et ne peuvent s'utiliser qu'en guise d'accessoires pour la prévision des phénomènes célestes. Tel fut le point de vue d'Andreas Osiander, le théologien connu, éditeur nurembergois du *De revolutionibus*, exposé dans sa correspondance avec Copernic et dans la préface non signée qu'il a contre les intentions de l'auteur ajoutée à cette œuvre²³. La vision de l'Univers tracée par Nicolas de Cues ressuscita cependant dans l'œuvre de Giordano Bruno. L'image du cosmos sans limites où tout se meut et où il n'existe aucun point privilégié suggérait en quelque sorte l'équivalence de tous les systèmes de référence. Néanmoins, comme il fut déjà dit, ces conclusions ont été déduites de l'in-

²² Voir l'index du *Nicolai de Cusa Opera*, Basileae 1565. Cf. Floss, *op. cit.*, p. 75.

²³ Deux lettres de Osiander : à N. Copernic du 20 avril 1541 et à G. J. Rheticus, même date. *Spicilegium Copernicanum*, éd. F. Hipler, Braunsberg 1873, p. 204, note 1; Prowe, *op. cit.*, t. I, 2^e partie, p. 522, note^x et t. II, p. 139. Cf. la préface d'Osiander *Ad lectorem de hypothesisibus huius operis*, dans M. Kopernik, *De revolutionibus*, Norimbergae 1543. Pour la position d'Osiander sur les théories et les systèmes astronomiques voir p. ex. R. S. Ingarden, *Mikotaj Kopernik i zagadnienia obiektywności prawd naukowych* (Nicolas Copernic et la question de l'objectivité des vérités scientifiques), Warszawa 1953.

finité de l'Univers beaucoup plus tard. Dans les écrits de Bruno il n'y en a pas encore. Ceci est d'autant plus curieux que certaines observations cinématiques effectuées rapprochaient aussi Bruno de l'idée de la relativité du mouvement. Des conclusions essentielles pour cette idée pouvaient découler de son observation, qu'à l'encontre des thèses de la physique antique chaque objet qui constitue un certain tout mobile avec un autre objet conserve le mouvement de ce tout, même lorsqu'on l'en sépare. Bruno illustre cette règle avec l'exemple d'une pierre que l'on fait choir sur le pont d'un navire en mouvement. En tombant, la pierre gardera le mouvement horizontal du navire, et atterrira au même endroit du pont où elle aurait tombé si le bateau était resté immobile²⁴. Ces conséquences analogues du mouvement et du repos auraient pu amener certaines conclusions sur le caractère relatif de ces deux formes de comportement des objets²⁵. Mais même pour ces conclusions-là il était encore trop tôt à l'époque de Giordano Bruno.

Galilée, le créateur de la physique moderne, lui non plus n'a pas abouti au concept de relativité. L'opinion souvent exprimée que c'est à lui que nous devons le principe cinématique de relativité, est fautive. Il est vrai qu'un des protagonistes de son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Salviati, dit une phrase qui paraît trahir une position relativiste, et ressemble en effet au principe de la relativité du mouvement. En comparant la conception du mouvement diurne du Soleil et de tout le ciel autour de la Terre avec celle de la rotation de la Terre autour de son axe, Salviati constate qu'il revient au même si l'on fait tourner la Terre ou tout le reste du monde, car ce mouvement s'exprime uniquement par le rapport mutuel entre les corps célestes et la Terre, et il n'y a de changement que dans ce rapport-là²⁶. Malgré les apparences il ne s'agit pas dans cet énoncé de la relativité du mouvement, mais du fait que les conséquences du mouvement seront les mêmes, qu'il se présentera de la même façon, indépendamment qu'on l'ait attribué à la Terre ou bien au Soleil et au ciel²⁷. La phrase sui-

²⁴ G. Bruno, *La Cena de le Ceneri*, III, 5, dans : G. Bruno, *Opere Italiane*, 1830, p. 170.

²⁵ L'indifférence d'un phénomène au mouvement du système dans lequel il se produit, démontrée par l'expérience avec la pierre chue sur le pont d'un navire, est parfois appelée « relativité physique du mouvement » ; cf. Tonnelat, *op. cit.*, p. 33. La constatation de cette loi du mouvement des corps, quoique importante pour la naissance du principe cinématique de relativité, n'implique pourtant pas directement ce principe.

²⁶ G. Galilei, *Dialogo dei massimi sistemi*, dans : G. Galilei, *Opere*, Milano—Napoli 1953 (*La letteratura italiana. Storia e testi*, vol. 34, t. 1), p. 476.

²⁷ Galilée insiste sur ce fait, connu aussi des astronomes antiques, en s'efforçant de rendre plausible l'hypothèse de la mobilité de la Terre (*ibid.*, p. 476). En développant son raisonnement, il souligne aussi entre autres que dans tous les corps célestes observables sur le firmament se laisse décélérer un mouvement qui convient également à tous, ce qui laisse conclure qu'il n'y a là qu'une apparence de mouvement, étant le résultat et le reflet du vrai mouvement de la Terre

vante atteste qu'il n'était pas question de l'équivalence de ces deux mouvements : elle marque le début de tout un raisonnement où Salviati s'efforce de prouver que le mouvement de l'immense Univers autour de la Terre minuscule est invraisemblable. Il en est de même pour les deux exemples puisés dans les textes de Galilée, dont on se sert depuis Newton pour illustrer la loi de l'inertie. Dans un bateau qui se meut d'un mouvement uniforme l'eau se comporte tout comme si celui-ci était immobile, tandis qu'elle est entraînée vers l'arrière lorsque le bateau accélère sa marche²⁸; l'objet lâché du haut du mât d'un navire tombe verticalement et atteint le même point du pont, que le navire soit animé d'un mouvement uniforme ou qu'il reste immobile, mais il se laisse devancer par le navire et tombe plus en arrière lorsque celui-ci accélère²⁹. Au même phénomène se rapporte la constatation bien connue de Galilée que le mouvement d'un objet sur une sphère idéalement lisse dont le centre serait identique au centre de la Terre durerait éternellement, tout comme — ajoutons-le — durerait son repos³⁰.

Les deux premiers phénomènes, de même que l'expérience décrite par Bruno avec l'objet tombant sur le pont d'un bateau, montrent les conséquences analogues du mouvement uniforme et du repos, et l'énoncé mentionné en dernier lieu — les conditions indentiques dans lesquelles se trouvent un objet immobile et un objet animé d'un mouvement uniforme. Ces constatations-là et d'autres observations semblables ont finalement conduit à la découverte de la loi de l'inertie, mais elles ont également permis de créer le « principe de relativité restreinte » qui considère les mouvements uniformes comme équivalents sous certains égards au repos. Ceci ne fut cependant plus le mérite de Galilée, auquel l'idée d'équivalence de tous les systèmes de référence était encore tout à fait inconnue, mais celui des savants qui avaient plus tard poursuivi leurs recherches dans la même voie. Lui-même — quoique paraissant parfois si près de la relativité — n'y avait jamais abouti. Sa position tout à fait traditionnelle sur la question est illustrée le plus explicite-

(ibid., p. 473). Ces passages du *Dialogue* ainsi que quelques autres font que l'on attribue parfois à Galilée le mérite d'avoir formulé le principe qui dit que la description du mouvement est indifférente au fait lequel des deux systèmes dont la situation mutuelle change sera considéré comme mobile; on donne à ce principe le nom de « relativité cinématique »; cf. Tonnelat, *op. cit.*, p. 33; id., *La relativité avant Einstein*, « Organon » 2 (1965), p. 81. Ce malentendu causé par une confusion de termes constitue probablement une des raisons qui font que l'on attribue aussi à Galilée la formulation du « principe cinématique de relativité » qui pose l'équivalence des images du mouvement par rapport à un système de référence choisi : cf. note 25.

²⁸ Galilée, *op. cit.*, pp. 788-789. Galilée cite l'exemple du bateau pour illustrer ses explications sur le phénomène des marées.

²⁹ Ibid., pp. 504-509.

³⁰ Ibid., p. 506.

ment par tous les passages où il traite le mouvement et le repos comme deux phénomènes majeurs de la nature, tout à fait opposés ³¹.

Pierre Gassendi, plus d'une génération après, a été aussi sur le point de constater la relativité du mouvement. Dans un de ses traités il relate une expérience analogue à celle décrite par Galilée avec l'objet tombant d'un mât, avec la différence que cette fois-ci on faisait tomber l'objet — une pierre — par dessus le bord d'un bateau se mouvant uniformément sur des eaux limpides. Le mouvement de la pierre dans l'eau était observé en même temps de la rive et du bateau. Gassendi constate que la pierre se mouvait par rapport à la rive (il s'agit de la composante horizontale de son mouvement) mais pour les personnes qui se trouvaient à bord du bateau ce mouvement était nul, tout comme si on l'avait fait choir d'un pont immobile. Toutefois cette constatation ne l'a pas incité à des généralisations plus poussées ni conduit aux conclusions portant sur le caractère relatif de tout mouvement ³².

A l'époque de ces expériences avec le bateau de telles conclusions étaient déjà formulées par le grand adversaire philosophique de Gassendi, Descartes. Celui-ci pourtant, au lieu d'expériences physiques, les avait étayées avec certains principes cosmologiques. Dans sa conception la relativité du mouvement est absolue, elle se rapporte à tous les genres de mouvement. Se meut tout ce qui est mobile pour l'observateur. Cette conception découle logiquement de la vision cartésienne du cosmos composé d'une quantité infinie de tourbillons libres de toute hiérarchie. Dans un tel Univers comme dans un immense jeu de billard tout tourne autour de tout ³³, il est donc par conséquent difficile de considérer un système ou un mouvement particulier comme privilégié ³⁴. Cette thèse audacieuse et innovatrice, posant la relativité universelle du mouvement, demandait cependant une mise d'accord avec des ques-

³¹ Ibid., p. 490. L'opposition du mouvement au repos — deux phénomènes de la nature absolument différents — est contenue aussi implicitement dans le raisonnement destiné à prouver l'improbabilité du mouvement de l'immense Univers autour de la toute petite Terre; *ibid.*, pp. 479-480.

³² Gassendi décrit son expérience et les conclusions qui en découlent dans le traité *De motu impresso a motore translato*, Paris 1650. Cf. R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle*, Paris 1954, pp. 111-113.

³³ Descartes présente en détail sa conception de la relativité du mouvement dans la seconde partie de ses *Principia philosophiae*, *De principiis rerum materialium*, surtout les §§ XXIV et XLV; cf. Renati Des-Cartes *Principia Philosophiae*, Amstelodami 1692, pp. 32-42.

³⁴ Sans considérer aucun système de référence comme privilégié. Descartes souligne pourtant le rôle particulier du mouvement par rapport au voisinage immédiat. C'est grâce à ce mouvement qu'un objet se détache de son environnement et devient un corps autonome par rapport à celui-ci. Pourtant ce mouvement n'est point un mouvement absolu, car on peut changer de système de référence de façon que le mobile devienne immobile et les corps qui l'entourent commencent à se mouvoir. Descartes, *op. cit.*, §§ XXX-XXXII, pp. 34-35; cf. Kouznetsov, *op. cit.*, pp. 89-90.

tions particulières de la physique et de l'astronomie de ce temps. Descartes n'avait pas su le faire, il fit même preuve d'inconséquence en analysant de telles questions³⁵. C'est en y songeant probablement qu'Huygens lui reprochait de ne pas avoir suffisamment médité sur le problème de la relativité du mouvement³⁶.

C'est surtout la nouvelle problématique de la physique, et en particulier celle de la dynamique, qui demandait à être conciliée avec la conception de la relativité de tout mouvement. La solution la plus simple fut appliquée par Leibniz, lequel traitait les problèmes de la cinématique et ceux de la dynamique sur deux plans différents. Il tenait les forces pour une réalité qu'il absolutisait. Le mouvement par contre n'était pour lui qu'un simple phénomène de déplacement relatif. Tous les principes qui nous font attribuer le mouvement à tel corps au lieu d'un autre sont une question de commodité³⁷. Leibniz trouvait absurde l'absolutisation de ce phénomène et les tentatives de résoudre les problèmes qui s'y rattachaient par la comparaison « avec un navire glissant sur la mer toutes voiles dehors »³⁸. Sa conception de l'équivalence des principes reposait sur le fait que lors d'un choc élastique de deux corps ceux-ci conservent leur vitesse relative. Il l'estimait valable aussi bien pour les mouvements uniformes rectilignes que pour les mouvements circulaires.

Une conception si large de la relativité était cependant difficilement acceptable pour ceux des savants qui, voués à l'étude physique des mouvements de tous genres, ne pouvaient s'affranchir facilement de la fascination du cercle — la plus parfaite des figures géométriques — et laisser de côté la spécificité du mouvement circulaire. On peut citer en exemple l'évolution des idées de Huygens, connue entre autres grâce à sa correspondance avec Leibniz. Au début, avant d'avoir publié en 1659 son premier ouvrage sur la force centrifuge, Huygens évitait de distinguer le mouvement réel du relatif et mettait en doute l'existence du mouvement absolu³⁹. Ensuite, il a toutefois changé d'opinion et admis pendant un certain temps que quoiqu'il n'y ait aucune différence entre le mouvement uniforme rectiligne et le repos, le mouvement circulaire est tout autre chose, puisqu'il répond à un certain critère du mouvement réel⁴⁰.

³⁵ Cf. Dugas, *op. cit.*, p. 199-200.

³⁶ Voir lettre de Huygens à Leibniz du 29 mai 1694; Ch. Huygens, *Œuvres complètes*, La Haye 1888-1950, t. 10, p. 614. Cf. Dugas, *op. cit.*, p. 499.

³⁷ Ces opinions furent exprimées par Leibniz entre autres dans sa lettre à Huygens du 12-22 juin 1684; Huygens, *op. cit.*, t. 10, pp. 645-646. Cf. Dugas, *op. cit.*, p. 499.

³⁸ Cf. G. W. Leibniz, *Dynamica de Potentia*, dans: *Matematische Schriften*, t. 6, p. 507.

³⁹ Cf. Huygens, *op. cit.*, t. 16, pp. 111 et 143.

⁴⁰ « J'ai cru longtemps qu'il y avait dans le mouvement circulaire un critérium de mouvement vrai, provenant de la force centrifuge » — écrivait Huygens après sa reconversion au relativisme; *ibid.*, p. 232; cf. aussi *ibid.*, p. 183.

Mais cette thèse aussi, il l'abandonna avant peu : la publication des *Principes* de Newton le fit, chose curieuse, revenir au cartésianisme, c'est-à-dire à la conviction que tout mouvement est relatif, y compris le mouvement circulaire⁴¹. Il fut affermi dans cette conviction, qu'il n'abandonna plus, par une expérience faite avec deux boules attachées par un fil et tournant autour de son milieu : toutes les deux se mouvaient, et pourtant leur position mutuelle ne changeait pas⁴².

Newton, préoccupé par des notions et des problèmes semblables, n'a jamais abouti aux mêmes conclusions que Huygens. Mais lui aussi, il a été bien près du concept de relativité. En effet, sa première loi de la dynamique est une sorte de principe de relativité pour les mouvements uniformes, quoique exprimé avec des forces. Convaincu de la spécificité du mouvement circulaire qui est à l'origine d'un phénomène aussi essentiel que la force centrifuge, il croyait y décélérer — comme pendant un certain temps Huygens — des particularités du mouvement absolu⁴³. Ainsi de nouveau seul le mouvement uniforme rectiligne fut, du moins dans ses origines, identifié à l'immobilité. Pourtant, même en considérant les mouvements uniformes rectilignes, Newton a évité la solution relativiste puisqu'il rapporte tout mouvement réel à un système de référence absolu : non point un astre, comme aux siècles précédents, mais l'espace immobile rempli d'éther⁴⁴.

En vertu de cette conception, apparentée à la conception aristotélienne du mouvement comme translation d'un corps d'un lieu dans l'autre, l'idée de mouvement absolu et de repos également absolu a subsisté dans la pensée scientifique pendant deux siècles encore. Ce n'est que vers la fin du XIX^e siècle que l'on a réussi à démontrer expérimentalement sa fausseté. Il s'agit du résultat négatif de la célèbre expérience Michelson — Morlay qui allait devenir par la suite un des fondements de la théorie de relativité. Il s'agissait de vérifier si l'hypothèse du mouvement absolu de la Terre — par rapport à l'éther immobile — sera confirmée par les différences dans la vitesse de la lumière selon que le parcours du rayon lumineux ait suivi la direction du mouvement

⁴¹ Ibid., p. 232.

⁴² Ibid., p. 223. Cf. Dugas, *op. cit.*, p. 310.

⁴³ Cf. I. Newton, *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, Amstelodami 1714, t. I, Sectio II. *De inventione virium centripetarum*, pp. 34-48. Cf. aussi la lettre de Leibniz à Huygens du 12-22 juin 1694, *op. cit.* Le vrai mouvement absolu se distinguait selon Newton du mouvement relatif par ses conséquences, et se laissait ainsi reconnaître. Le mouvement absolu fait naître les forces d'inertie, le mouvement relatif — non; par exemple la rotation d'un récipient rempli d'eau autour de son axe a pour conséquence la force centrifuge, laquelle ne naîtrait pas si le monde entier tournait autour du récipient. Le mouvement absolu se produit dans un espace absolument immobile; le mouvement relatif — dans un espace relatif également.

⁴⁴ Voir Newton, *op. cit.*, *Definitiones*, pp. 6-7.

de la Terre sur son orbite autour du Soleil ou bien la direction opposée. Notons que même en notre siècle la pensée que dans le cosmos, autrement que dans le monde humain qui nous entoure, il n'existe aucune hiérarchie, paraissait surprenante et soulevait maintes objections. Encore pendant les années 1950 la thèse qui pose l'équivalence de tous les systèmes de référence et qui est à la base de la théorie d'Einstein paraissait inacceptable à beaucoup de savants⁴⁵.

Rien d'étonnant donc de ne pas retrouver chez Copernic — ne serait-ce qu'en germe — cette idée de relativité du mouvement si difficilement admissible; de ne pas l'avoir non plus retrouvée dans les textes de Galilée qui a pourtant beaucoup contribué à sa naissance ultérieure ni dans ceux de quelques autres penseurs auxquels on attribue d'habitude des mérites dans ce domaine. Remarquons pourtant — et c'est bien là ce qui nous a poussé à tracer l'histoire de cette idée — que bien qu'elle fût une invention ultérieure, elle tire son origine justement des problèmes physiques, cosmologiques et philosophiques que la théorie copernicienne de l'héliocentrisme a donné à résoudre aux savants. Voici quelques relations causales entre la naissance de cette théorie et les conceptions nouvelles du caractère et de l'essence du mouvement.

Avec l'idée du système héliocentrique s'accrût l'importance d'un problème considéré jusqu'alors comme un de ceux que Ptolémée avait depuis longtemps définitivement résolus : celui du mouvement des objets lesquels, quoique appartenant à la Terre, planent librement au-dessus d'elle. Si la Terre se mouvait — affirmait Ptolémée — ces objets ne participeraient point à son mouvement : les nuages resteraient loin en arrière et les oiseaux qui volent dans les airs ne pourraient jamais retrouver leur point de départ. Donc, toute personne ayant adopté la théorie de l'héliocentrisme devait la concilier avec le fait que ces objets dans l'espace se comportent par rapport à la Terre comme si celle-ci était immobile. Or, cette observation constituait déjà une menace pour la conviction que le mouvement et le repos sont diamétralement opposés et devint plus tard un argument en faveur de la relativité du mouvement. Que ces conséquences identiques du mouvement et de l'immobilité constituent une règle valable pour le comportement des objets détachés d'un tout mobile ou immobile, cela fût prouvé, comme on sait, par l'expérience de Galilée avec l'objet lâché du haut du mât d'un navire. Remarquons que Galilée en parle pour défendre la conception du mouvement de la Terre contre les arguments de Ptolémée, desquels il vient d'être question.

Pour réfuter les mêmes objections à la théorie de Copernic il y eut

⁴⁵ Cf. *Bolchaia sovétskaia entsiclopédia*, t. 31, II^e éd., Moskva, p. 412.

encore cette thèse de Galilée posant le mouvement perpétuel d'un objet à la surface d'une sphère dont le centre serait identique au centre de la Terre. Ici aussi, il s'agissait d'illustrer la même règle : celle qu'un objet séparé d'un tout mobile conserve le mouvement de celui-ci. On voit donc que cette thèse qui a contribué à la naissance de l'idée de relativité du mouvement, puisqu'elle démontrait que l'inexistence de forces extérieures agissant sur un objet pouvait être aussi bien la cause de son mouvement que de son repos, tirait son origine de la problématique inspirée par la théorie de l'héliocentrisme.

La même problématique a sans doute aussi inspiré les assertions de Gassendi, si proches du principe cinématique de relativité quoique ne renversant pas les anciens axiomes, au sujet de la pierre tombant d'un bateau, pierre dont le mouvement horizontal existe ou n'existe pas selon que l'observateur se trouve sur la rive ou à bord du même bateau. Il paraît en effet très probable que cette expérience — comme celle correspondante mentionnée dans le *Dialogue* de Galilée — fût destinée à réfuter la même objection ptoléméenne contre le mouvement de la Terre.

La naissance de l'idée de relativité du mouvement était favorisée aussi par le seul fait de l'existence côte à côte de deux systèmes astronomiques inverses et concurrents. L'un autant que l'autre concordait avec les phénomènes observés sur le firmament; en effet, comme le soulignaient Copernic lui-même et tous ses partisans dont Galilée, les phénomènes du mouvement se présentent de la même façon indifféremment que l'on ait posé le mouvement diurne du ciel et du Soleil autour de la Terre ou la rotation de celle-ci autour de son axe. La question qui préoccupait la société savante, lequel de ces principes est-il valable, pouvait amener et amenait parfois effectivement la réponse que tous les deux sont exacts au même titre, comme étant entièrement équivalents.

Parmi les conséquences essentielles que l'avènement du système héliocentrique avait eu pour le relativisme on doit alléguer aussi, et même surtout, le fait qu'il a contribué à bouleverser les idées sur l'étendue de l'Univers. L'inexistence des parallaxes des étoiles fixes que devrait faire apparaître le mouvement de la Terre autour du Soleil appelait en effet l'explication que ces astres se trouvent à une distance incomparablement supérieure au rayon de l'orbe terrestre. Il est vrai que pour Copernic lui-même le cosmos était sphérique et limité, mais de l'immensité à l'infinité il n'y avait qu'un pas. Un pas d'autant plus facile à faire que depuis Nicolas de Cues l'idée d'un monde infiniment étendu, sans connaître une diffusion sensible, était cependant prise en considération et citée comme exemple d'idée inverse de la conception

du cosmos limité. Après la divulgation de la théorie de Copernic elle gagnait grâce à celle-ci à la fois l'autorité d'une hypothèse étayée d'une théorie scientifique et un nombre croissant d'adeptes, ce qui entraînait de nouvelles conséquences. L'infinitude de l'Univers était en effet difficilement conciliable avec l'existence dans cet Univers des points privilégiés. Toute thèse posant que le centre de la Terre, celui du Soleil ou encore celui de n'importe quel autre corps déterminé constitue un tel point était impossible à prouver. Il était par contre très probable que l'Univers compte beaucoup de systèmes pareils au système solaire. Ce n'est donc pas par hasard que le créateur du relativisme dans la cinématique, Descartes, optait pour une telle vision du monde — infini, illimité et composé d'innombrables centres de mouvement.

Voilà les faits qui restituent en partie à l'influence de la théorie de Copernic ce qui a été refusé d'abord au savant lui-même : son mérite pour la formulation du principe de la relativité du mouvement. Ces mêmes faits font apparaître une règle assez fréquente qui vaut d'ailleurs non seulement pour l'histoire des sciences mais aussi pour celle des idéologies, de l'art, des religions. C'est en effet manifestement un des nombreux cas où une modification apportée à un système d'idées existant, conciliable avec ce système et même motivée par une réalisation plus complète des principes de celui-ci — et telles furent les motivations de Copernic — provoque finalement une révolution qui abolit définitivement ces mêmes principes.