

# SÉMINAIRE DE PHILOSOPHIE ET MATHÉMATIQUES

JEAN BERNHARDT

## Copernic et les perspectivistes de la renaissance

*Séminaire de Philosophie et Mathématiques*, 1987, fascicule 6  
« Copernic et les perspectivistes de la renaissance », , p. 1-18

[http://www.numdam.org/item?id=SPHM\\_1987\\_\\_6\\_A1\\_0](http://www.numdam.org/item?id=SPHM_1987__6_A1_0)

© École normale supérieure – IREM Paris Nord – École centrale des arts et manufactures,  
1987, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la série « Séminaire de philosophie et mathématiques » implique  
l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute  
utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale.  
Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

COPERNIC et les PERSPECTIVISTES  
de la RENAISSANCE

par Jean BERNHARDT directeur de  
recherches au C.N.R.S.

Il faut admettre un certain "mystère" Copernic.

Certains l'ont allègrement nié Aug. COMTE déplace la possibilité de l'oeuvre de Nicolas Copernic jusqu'à l'époque d'HIPPARQUE (IIe s. av. J.-C.) : Systeme de Politique positive, éd. de 1929, III, p.322-329. Copernic y apparaît come un auteur secondaire, surgi au bon moment, c'est-à-dire lorsque l'obstacle de l'esprit théologique qui bloquait les Anciens s'est trouvé levé. Comte a le double tort d'assimiler l'esprit théologique à un anthropocentrisme essentiel, alors qu'il y a en l'affaire deux théologies de sens contraires, celles du Stoïcisme (Cléanthe) et celle du Christianisme (le lieu de la Rédemption) et d'autre part de n'accorder aux théories, tout en soulignant leur importance croissante dans le positivisme, d'autre rôle que de "découvrir" et de "coordonner" des faits : le grand Hipparque était tout près, selon Comte, de dévoiler l'héliocentrisme.

De même, G. GUSDORF, article Galiléenne (Révolution), Encyclopaedia Universalis, t. VII, 1968 (et ses ouvrages sur la Révolution galiléenne, 2 vol., Payot) insiste sur les aspects archaïques du copernicianisme en durcissant complaisamment certains aspects de la pensée d'A. KOYRE, d'ailleurs trop hâtivement tournés à l'originalité du seul Galilée, dans l'interprétation de Gusdorf.

D'autres ont tenté d'aller à la chasse aux précurseurs (contre l'illusion relevée par Koyré) et de nier sinon l'originalité de Copernic, du moins l'unicité individuelle, le caractère d'exception de la Révolution copernicienne. Quelques-uns des "précurseurs" invoqués ici ou là : ARISTARQUE de Samos (cité brièvement dans le De Rev., puis supprimé par Copernic lui-même, cf. éd. Koyré-Rosen du Livre premier, p.129-130 ; plus loin, il est encore cité, deux fois, par erreur, livre III, cap. 2 et

13; ARCHIMEDE, peu connu du vivant de Cop., n'a eu que quelques pages imprimées en latin en 1503 à Venise et son éd. princeps (Bâle, Venetorius) ne date que de 1544; Aristarque n'est évoqué que dans l'Arénaire, à l'occasion d'un problème d'expression de grands nombres.

IBN ASH SHATIR, XIVe siècle (cf. volume sur La recherche en Histoire des Sciences, collectif; Le Seuil, 1983, p.60, article sur l'Islam et la science, par Ahmed Y. al-Hassan : la notice de la p.61 est péremptoire et stupéfiante : du roman ! Le cliché reproduit n'a rien à voir avec un héliocentrisme, cf. Roberts, Isis, t.48, p.428-432. Peut-être Ibn ash Shâtir fut-il en relations avec l'Observatoire syrien de Maragha, qui innovait, mais dans le cadre du géocentrisme.

LEONARD dit (Codex Huygens) que le Soleil est immobile. On aimerait qu'il se fût expliqué comme remarque G. Sarton, faute de quoi il n'annonce nullement le copernicanisme (cf. recueil Léonard de Vinci et l'expérience scientifique au XVIe siècle, P.U.F., 1953, p.11, voir aussi Koyré p.237 et n.1).

CALCAGNINI (1479-1541), cf. W.D. Hine, Isis, t.64, 1973, n.221, p.22; Cal. admet la mobilité de la Terre, mais seulement du mouvement diurne (Koyré, revu par Rosen, in Taton, La Science moderne, 1969, 2e éd., p.58).

En sens inverse, on a parfois la tentation de l'admiration ébahie et du recours au "génie" comme à un bloc sans fissure et sans historicité (même Koyré cf La Révolution astronomique, passim et son éd. du Livre premier du De rev., p.1: en parlant "génial auteur", on reconnaît bien un problème, mais on le bloque et on le déclare intangible sous un qualificatif de prestige.

La question est : Peut-on, modestement et partiellement, trouver à ce "génie" des éléments d'élucidation permettant de réduire le mystère en quelque mesure ?

cf. Ed. Koyré du Livre premier. K. écrit p.3 : "il eût été d'un intérêt incalculable pour l'histoire et la phénoménologie de la pensée humaine de pouvoir reconstruire et reconstituer les démarches de la pensée copernicienne. Disons-le tout de suite : cela nous paraît à peu près impossible". Il ajoute que Cop. n'a pas laissé d'autobiographie intellectuelle (la lettre à Paul III reste maigre et sujette à caution; l'oeuvre

et dans "un état de perfection désespérante" (ibid.) même si l'on prend en compte le Commentariolus.

Koyré exagère certainement la difficulté : on sait qu'il cultivait une véritable répulsion à l'égard des rapports de la pensée théorique avec les formes générales de la vie sociale et de l'expérience (du reste sans aucun sectarisme, car il était la tolérance même). On oublie trop, surtout aux Etats-Unis, qu'il a commencé par étudier la mystique et la pure spéculation avant de s'intéresser aux révolutions scientifiques (voir en particulier les articles de P. Thuillier dans la Recherche, avril 1983 et novembre 1984). Thuillier s'étonne que dans From the Closed World ..., trad. fr. 1962, Koyré "néglige presque complètement le vaste travail de 'rationalisation' entrepris par les artistes, les ingénieurs, les cartographes et autres praticiens" (La Recherche, n°160, nov. 1984, p.1398 c, article sur la perspective, "Espace et Perspective au Quattrocento", p.1384-1398).

Les liens de N. COPERNIC avec l'esprit de l'époque et l'importance de la création scientifique en Italie peu avant les séjours de l'astronome.

Si le caractère unique du copernicalisme reste avéré, il est clair qu'on ne doit pas espérer l'élucider au sein du milieu technique des astronomes, il faut faire intervenir des facteurs extérieurs à ce milieu spécial. Que sait-on de tels facteurs extérieurs à la spécialité astronomique qui auraient pu toucher Copernic ?

On sait peu de choses, mais quelque chose tout de même ...

D'abord, Copernic qui possède d'autre part, très jeune encore, un bon métier d'astronome, formé à l'école de l'Université de Cracovie (grande Université de l'Est de l'Europe, réorganisée en 1400, fondation en 1410 d'une chaire de mathématiques et d'astronomie, environ deux siècles avant Oxford ! Cop. est entré à l'Université à partir du semestre d'hiver 1491, à l'âge de 18 ans. Il est à noter qu'en Italie, Novara (1454-1504), professeur d'astronomie à Bologne, accepta de le prendre, non comme élève, mais comme assistant (bien qu'il n'eût pris aucun grade à Cracovie). Ainsi, Cop. avait une bonne formation traditionnelle, assortie d'un patron à l'esprit ouvert; Novara discutait en effet et redressait certaines erreurs de la tradition de Ptolémée (il soutenait contre la Géographie de Ptolémée que les latitudes méditerranéennes étaient

variables, en relation avec un mouvement cyclique du Pôle Nord, alors que selon Ptolémée le Pôle était un repère d'une absolue immobilité, cf. E. Rosen, *Three Copernican Treatises*, 3rd, ed. revised, New-York, 1971, p.323).

S'ajoutant à cette formation spéciale, il faut relever comme facteurs extérieurs d'abord d'une manière générale la largeur de ses horizons, nullement confinés à sa spécialité : c'est un uomo universale, dans le goût italien, s'intéressant à tout, science, beaux-arts, économie (loi dite de Gresham), confronté à des tâches pratiques; on a fini par reconnaître en Cop., contre les rêveries sans fondement d'A. Koestler (The Sleepwalkers, chapitre ridiculement pauvre d'information sur "le chanoine timoré, cf. recension sévère de Rosen, op. cit., 3rd ed., p.289-292), un grand administrateur et peut-être un gestionnaire à la limite de la direction d'opérations militaires (contre les Chevaliers teutoniques).

Cet universalisme est net dans les deux séjours en Italie : premier séjour, de 3 ans, à Bologne et à Rome, 1496-1501 (dont Rome à deux reprises, vers fin 1499 et une grande partie de l'an 1500), second séjour, de 2 ans, à Padoue et Ferrare (en juillet 1501, Cop. promet au chapitre de Warmie de retourner en Italie pour y étudier la médecine. Il s'intéresse, en plus de l'astronomie, au grec et au latin, à la médecine, au droit canon. On connaît deux copies d'autoportraits peints, dont les originaux sont perdus : n°1, datant probablement de son séjour au palais épiscopal de Lidzbark Warminski (en allemand, Heilsberg) de 1503-1510, sous la protection de son oncle l'évêque de Warmie, Lucas Watzenrode (1447-1512). Rosen, op. cit., 3rd ed. 1971, p.331, parle de "l'impression des incomparables réalisations en matière de beaux-arts qu'il avait reçue de la Renaissance italienne et qui était encore vivace dans son souvenir". Une copie de cette peinture n°1 est due à Tobias STIMMER (1539-1584) vers 1570-74, conservée à Strasbourg, Musée de l'Oeuvre Notre-Dame. - n°2, copie par Tycho BRAHE, motif décoratif à la base d'une sphère armillaire dans une gravure de l'Astronomiae instauratae... de Brahé, 1598, Wandsbeck.

On préférerait évidemment disposer de documents précis, ce qui n'est pas le cas, sur les relations du copernicianisme avec l'un des plus grands moments créateurs du Quattrocento, qui est la science des perspectivistes. Un indice hypothétique, mais remarquable est la possibilité à Padoue (où vécut Cop. au tournant du XVIe siècle, cf. plus haut) d'une école de perspective originale dont la théorisation serait due à P.

GAURICO (Florence, 1504), correspondant à la mise ne pratique de MANTEGNA (cf. "La question de la Perspective", par M. Dalai Emiliani, p.21, n.35 de PANOFISKY, La Perspective comme forme symbolique, Paris, 1975). De toute façon, la plus difficile serait d'admettre que ce Polonais passionné d'astronomie, que ce Warmien plus exactement, d'esprit ouvert aux formes de culture les plus variées de ce coeur de la Renaissance, l'Italie, où il fit tout son possible pour obtenir de séjourner plusieurs longues années, n'était pas prêt à entrer avec enthousiasme, à l'exemple des perspectivistes du pays eux-mêmes, dans le grand bouillonnement de la fin du Quattrocento. Il n'avait pas encore 30 ans lorsqu'il rentra en Warmie, obéissant avec regret, semble-t-il, aux ordres du prince-évêque, son oncle (Léonard avait encore 16 ans à vivre, Alberti, figure centrale du mouvement perspectiviste, décédé en 1472, était à peine d'une génération antérieur à la date de ce retour et le mouvement n'avait fait que s'affirmer et se développer).

#### Détermination de la spécificité de l'oeuvre : élimination des aspects négatifs.

Première élimination : aspects mystiques et esthético-ontologiques.

a) GUSDORF, 1968, cf. plus haut et mon article de la Revue philosophique, avril-juin 1980, p.148, où j'avais déjà cité sa phrase-clef : "pour faire de Copernic le fondateur de l'astronomie moderne, il faut écarter le voile mystique dont s'enveloppe son système; malheureusement, en l'absence de ce voile, ce système n'en est plus un". L'auteur accepte de confiance ce que Koyré, un peu trop rapidement, appelle "l'héliolâtrie" de Cop. (cf. son éd. du Livre premier du De Rev., Introd., p.83 et La Rév. astronomique, p.69) sans être prêt pour sa part à prendre pour argent comptant les "renseignements teintés d'enjolivements rhétoriques de la lettre à Paul III (cf. plus haut, citation de Koyré). La question se pose du degré de "littérature" décorative de certaines expressions, par ex., du De rev. I, cap. 10 (éd. Koyré, p.115-116) et de toute manière il faut vérifier si ce genre d'exaltation, à le supposer non factice, a un rôle à jouer dans l'édification du système.

Or, on ne voit pas comment le Soleil pourrait être dit sérieusement (et non par affabulation rhétorique) "recteur" et "gouverneur" des planètes, alors qu'il n'a qu'une fonction, peut-être prestigieuse, du reste, de luminaire et que la marche des orbes est de l'ordre des causes formelles (la forme sphérique des corps célestes, sans aucune dynamique

solaire (différence avec, chacun de son côté, Galilée et surtout Kepler). De même, noter le contraste entre le ton général du Commentariolus, très froid et sa fin ornée ("la danse des planètes", cf. Hugonnard-Roche, Rosen et Verdet, Introductions à l'Astronomie de Cop., Paris, 1975, p.91, trad. fr. du texte).

Quant au "rôle mystique" dans l'édification du système, on n'en trouve guère trace, en particulier d'une arithmologie pythagoricienne (cf. Br. Bilinski, Il Pitagorismo di N.C., Varsovie, 1977, richement documenté, mais ce qui résulte de cette enquête fouillée, c'est que le Pythagorisme, toujours vivant à la Renaissance, s'était converti comme tout le monde au géostatisme. Cf. le Commentariolus, in Introductions cité plus haut, trad. Rosen, p.74 : "Qu'on n'aille donc pas croire, que nous avons affirmé à la légère, avec les Pythagoriciens, le mouvement de la Terre", Cop. dans ce passage se dissocie des Pyth. en se réclamant d'une description géométrique concordant avec les observations). Le texte est dans L. Prove, Nic. Cop., vol.II, p.187.

b) aspects esthétique-ontologiques.

Point important, car il engage aisément sur une fausse piste, celle d'un effet proprement artistique de la perspective sur l'astronomie.

Koyré, commentaire à son éd. du Livre premier, à I, 10, p.115, cf. N.22, p.147 sur l'excellente place du Soleil. GUSDORF estime que le copernicanisme est solidaire d'une "esthétique géométrique et métaphysique" (article cité du t.VII de l'Encyc. univ.) : circularité et sphéricité auraient eu le prestige d'une perfection esthétique-ontologique, par un mouvement de pensée allant de la perception du beau à l'affirmation du vrai et non l'inverse, toujours possible, la certitude astronomique s'accompagnant souvent d'un sentiment esthétique que favorisent les régularités et la simplicité des trajectoires). Mais la question est de savoir si la circularité etc. possèdent une valeur heuristique en tant que belles.

Or il n'en est rien. Il s'agit de valeurs clairement rationnelles. Il s'agit de valeurs clairement rationnelles. Le privilège du mouvement "circulaire uniforme" est pensé comme la figure géométrique de toute périodicité régulière (de même chez Galilée, cf. Saggiatore, ed. naz. VI, p.319, texte clair sur la question). Cop. De Rev., I, cap.4, Koyré, p.70 : "Le cercle seul peut ramener le passé", peracta reducere et Galilée, Dialogo, ed. naz. I, p.56 : "seuls le repos et le mouvement circulaire

(sont) aptes à la conservation de l'ordre". La sphéricité a chez Cop. "une vertu dynamique" (Koyré, éd. du Livre premier, p.143, n.1 : adaptation originale de l'aristotélisme, la forme substantielle devient identique comme cause formelle à la figure de la géométrie, les différents éléments, quintessence, matière céleste, n'ont plus un rôle spécifique à jouer : l'acte de la forme aristotélicienne est l'objet d'une rationalisation géométrique dans une sorte d'essentialisme dynamico-géométrique.

Mais, texte essentiel pour les aspects esthétique-ontologique, cf. De Rev. I, cap.10, éd. Koyré, p.116 : "Nous trouvons donc dans cette disposition une admirable harmonie du monde (admirandam mundi symmetriam). Voir aussi lettre à Paul III, p.43 Koyré, où Cop. se dit préoccupé de trouver une "ratio motuum machinae mundi", "une application des mouvements de la machine du monde, machine construite pour nous par le meilleur et le plus sûr des artisans". Le terme de machine implique à lui seul finalité, la "machine du monde" est le cosmos, bien ordonné. Néanmoins, ces textes ne font état que du résultat obtenu par Cop., non des moyens qui l'ont permis.

Le terme de symetria se retrouve dans la lettre à Paul III, p.42. La comparaison de la forme du monde, formam mundi, avec le corps humain (qui évoque la coïncidence de la publication de VESALE avec celle du De Rev. : De humani corporis fabrica, 1543) est mal présentée dans la trad. Koyré : l'expression optime quidem depicta n'est pas traduite exactement; elle signifie : "certes très bien représentée, mais ...", l'idée est celle d'une adéquation au réel, non de beauté (Koyré a bien traduit, en revanche, même p.42, "ad rem minime pertinens," "n'appartenant aucunement à la réalité"). L'idée de Cop. est nette : il s'agit de parvenir à former une représentation adéquate de la réalité, sans aucune idée heuristique de beauté, il s'agit de trouver les proportions réelles du monde dans la stabilité de son organisation de facto.

Seconde élimination : les aspects prétendument traditionnels ou archaïques.

a) l'héliocentrisme (d'Aristarque).

La théorie de Cop. n'est pas un héliocentrisme : le système planétaire n'y a pas pour centre le Soleil. La théorie est un héliostatisme et plus encore un géocinétisme annuel. Cf. Commentariolus, où le polycentrisme s'affirme nettement (Introductions..., p.72, postulat 1 : pas de centre unique des orbes; postulat 3 : le centre du monde est au

vosinage du Soleil (circa Solem). Même expression en De Rev. I, cap.10, éd. Koyré, p.110.

On ne trouve rien qui puisse suggérer une dynamique des forces centrales. Le géocinétisme annuel reste à certains égards un géocentrisme. Cf. De Rev., lettre à Paul III, éd. Koyré, p.45 (traduction Koyré, souligné par moi) : "étant posés les mouvements que plus bas dans mon oeuvre j'attribue à la Terre, je trouvai enfin par de longues et nombreuses observations que, si le mouvement des autres astres errants étaient rapportés au mouvement (orbital) de la Terre et que celui-ci était pris pour base de la révolution de chacun de ces astres, non seulement en découlaient les mouvements apparents de ceux-ci, mais encore l'ordre et les dimensions de tous les astres et orbites, et qu'il se trouvait au ciel lui-même une connexion telle que dans aucun de ses parties on ne pouvait changer quoi que ce soit sans qu'il s'ensuive (s'ensuivît) une confusion de toutes les autres et de l'Univers tout entier." Voir note de Koyré p.141, n.10.

(Toutefois, le Soleil est un centre ultime de référence pour Cop. sur un plan qui reste spéculatif, bien aperçu par Kepler qui repousse quant à lui cette idée d'un déplacement cyclique à très long terme de la ligne des apsides solaires. Textes : De Rev. III, cap.20 et suiv. Tome II des Opera omnia, p.161, sqq., Introductions..., p.49 et n.63, in Narratio prime, ibid. p.108-109, figure p.204-205. Dreyer, A History of Astronomy, p.331, Koyré, Révol. astron., p.63. KEPLER, Préface de Astronomia nova (traduction in Koyré, Révol. astron., p.191).

b) l'héliostatisme.

Koyré le met en rapport avec la supériorité ontologique que les traditions accordent au repos sur le mouvement (cf. From the Closed World..., ch.II, p.30 qui se réfère à De Rev., I, cap.8, p.98 : "l'état d'immobilité est estimé être plus noble et plus divin que celui de mutabilité et d'instabilité", de sorte qu'il convient mieux au Ciel (et au Soleil) qu'à la Terre. Cop. croit-il à cette vieille idée (qui implique du reste au moins une distinction de régions entre Ciel et Terre) ? Il tend plutôt à privilégier le mouvement. On peut penser, comme dit Koyré, p.145, n.17, à une "riposte dialectique".

c) épicycles et excentriques.

Les épicycles sont chez Cop. une nouveauté bien vue par Koyré (cf. Révol. astr., suppression des boucles et rétrogradations, il ne reste que des courbes lisses et moins grandes, d'esprit réaliste et de taille

déterminée (non pas extensibles et indéterminées comme chez Ptolémée - chez Ptolémée, seul est fixé dans chaque cas le rapport du rayon épicyclique au rayon déférent).

Il n'y a pas seulement chez Cop. une décomposition de trajectoires en cercles parfaitement uniformes (refus de l'expédient ptoléméen des équants), mais surtout une redistribution nouvelle des mouvements à décomposer, une assignation à répartir entre plusieurs corps célestes (dont la Terre) au lieu d'un seul, selon une objectivité qui serait donnée immédiatement au niveau de l'observation.

Sur les excentriques, voir plus haut ce qui a été dit sur le polycentrisme (2e élimination, point a).

L'essentiel de la Révolution copernicienne, son véritable explicandum : une nouvelle structuration théorique des observations en grande partie traditionnelles.

C'est-à-dire une nouvelle lecture, anti-géocentrique, du géocentrisme de Ptolémée. (D'où une petite part de vérité dans l'indéfendable jugement de Comte : les matériaux étaient acquis, il ne s'agissait que de les réinterpréter).

Il fallait refuser tout principe d'organisation à la multiplicité des données sensibles pour réserver les structures visant l'ordre objectif à la libre initiative des concepts du "mathématicien".

L'ordre rationnel de géométrie cinétique doit être construit par le sujet connaissant et non pas admis selon une suggestion directe des configurations sensibles qui asservissent la pensée du sujet percevant et lui font méconnaître la relativité optico-géométrique du mouvement et du repos en absolutisant le géocentrisme d'observation.

Trois étapes :

1°) élaborer les grands principes d'une hypothèse d'ensemble : mouvements "circulaires uniformes", immobilité du Soleil non loin du centre de l'orbe terrestre ;

2°) préciser numériquement les proportions du système sous l'hypothèse d'ensemble en privilégiant des situations particulières : deux cas (en simplifiant un peu, par abstraction des épicycles); a) cas des planètes inférieures, Mercure et Vénus; l'élongation maximale est élevée à la dignité théorique d'une tangente, c'est-à-dire que l'angle droit est constitué par une décision conceptuelle; b) cas des planètes supérieures, le temps qui sépare opposition et quadrature de la Terre et de la planète

supérieure est proportionnel à la distance angulaire (les vitesses étant par hypothèse de base constantes), laquelle se tire par soustraction de la différence angulaire des mouvements des deux planètes entre l'opposition et la quadrature de la Terre visant l'autre planète (ici, l'angle droit se détermine dans le sensible, en visant l'autre planète et à 90° le Soleil); on peut alors établir la proportion de la distance Planète-Soleil à l'unité astronomique (Terre-Soleil).

3°) il faut enfin vérifier que la déduction, à partir de la structure ainsi élaborée, des projections de base géométrique se superpose convenablement aux états apparents du ciel que procure le géocentrisme d'observation.

### En quoi la perspective de la Renaissance peut-elle apporter des éléments d'élucidation à la Révolution copernicienne ?

1°) On ne doit pas négliger, au préalable, les liens traditionnels étroits entre l'astronomie et l'οπτική, ainsi que d'autre part la tendance très ancienne, mais contrecarrée par la physique dominante (théorie aristotélicienne des lieux spécifiques ou naturels qualitativement différents), à une conception unitaire et quantitative de l'espace. Sur le premier point, l'Optique d'EUCLIDE est citée assez fréquemment par le De Rev., ainsi au livre premier, cap.4, p.71 Koyré, (cf. Prop. LIII Euclide, trad. Ver Eecke, Blanchard éd., p.47), cap.6, p.81, cap.10, p.103 (Prop. LIV, Ver E. p.47-48) et ibid., p.117-118 (Prop. III, Ver E. p.3 (observations sur la taille apparente ou de même la vitesse de déplacement en rapport avec la distance : les distances augmentant, tailles et vitesses diminuent; en particulier, I, 10, p.103 reprend exactement la Prop. LIV Ver E. p.47-48).

Sur la tendance ancienne à l'unification géométrique de l'espace, outre l'exemple euclidien de la théorie géométrique de la vision, on trouve divers auteurs traditionnels dans la liste de Mme Dalai Emiliani (Introd. à PANOFSKY, La perspective comme forme symbolique, p.8, n.2), Ptolémée, Alhazen etc. Ce qu'on appelle perspective ne distingue pas, dès l'Antiquité, d'une théorie de la vision et au Moyen Age, c'est une affaire de savants plus que d'artistes, dans la mesure où ces orientations ne tendent pas se confondre (cf. Roger BACON, De scientia perspectiva, John PECKHAM, Perspectiva communis, VITELLION, Perspectiva, tous auteurs du XIIIe siècle).

Baltrusaitis, Anamorphoses, 1955, p.8, écrit que "délaisés par les artistes pendant une longue période, tous les problèmes de perspective sont systématiquement repris d'abord par les savants". Il cite Alhazen, Grosse teste, R. Bacon, Vitellioin, Peckham. L'étude géométrique de la vision reste encore sans contact avec les techniques de la représentation, qui continuent à être très empiriques (cf. Baltr., ibid. Un convergence s'esquisse entre théorie et représentation, mais sans aucune sorte de collaboration entre elles. On est encore en deça de la perspective des modernes. Exemple dans l'article de Thuillier, La Recherche, Espace et Perspective au Quattrocento, novembre 1984 : Les Noces de Cana de GIOTTO (1304-1306, Chapelle Scrovegni, Padoue).

2°) "La jonction entre les arts et les sciences se fait en Italie dans la première moitié du XV<sup>e</sup> siècle" (Baltr., p.8, avec GIBERTI, ALBERTI etc. La formule de Baltr. est d'ailleurs un peu ambiguë : la perspectiva artificialis prend la suite de la "perspective" des médiévaux, en ce sens qu'elle est fondamentalement un projet d'intelligibilité de nature proprement scientifique et seulement par dérivation un projet esthétique, celui d'un art fondé sur une connaissance théorique qui intrinsèquement n'a rien à voir avec des préoccupations artistiques. La tendance à une science autonome (qui s'affirme au XVII<sup>e</sup> siècle avec la géométrie projective de Girard DESARGUES) est déjà nette chez ALBERTI, PIERO DELLA FRANCESCA etc. en attendant de prendre un relief encore plus accusé vers la fin du XVI<sup>e</sup> siècle (GUIDOBALDO DAL MONTE) lorsque la théorie géométrique se trouva parfois séparée de toute représentation picturale.

La perspective (mot qu'ignore du rete Alberti - perspicere, c'est "voir à travers", DUERER, cité par Panofsky, parle de "vision traversante" - en italien, le terme qui l'a emporté est prospectiva. Définition de Francastel pour la perspective linéaire (in recueil Léonard de V. et l'exp. scientifique du XVI<sup>e</sup> siècle, p.61 : "La méthode qui permet de fournir une représentation illusionniste des objets dans l'espace" (remarque : le mot de méthode au singulier est surprenant chez un historien de la peinture qui a beaucoup insisté sur les conventions diverses des créateurs de la perspective Renaissance, en réaction contre l'interprétation réaliste - laquelle est finalement à retenir en liaison avec les intentions fondamentales des perspectivistes eux-mêmes). Cf. l'exposé de Panofsky, p.41. ALBERTI : "Le tableau est une intersection plane de la

pyramide visuelle". La jonction dont parle Baltr. entre la science (ou la pré-science projective) et l'art pictural est bien illustrée par l'exemple prototypique de MASACCIO (vers 1425, la Trinité, Santa Maria Novella, Florence, cf. article cité de Luillier, in La Recherche, nov. 1984, p.1384, reprod. avec commentaire).

Un grand enthousiasme s'est développé, notamment dans la Florence du Quattrocento (mais aussi ailleurs et pas seulement, quoique surtout, en Italie), dont il est difficile de croire, malgré la rareté de la documentation, que Cop. se serait maintenu à l'écart. Cassirer insiste (Individu et Cosmos, p.68, trad. d'un livre paru en 1927, la même année que La perspective ... de Panofsky, il y a des convergences remarquables entre les deux ouvrages) sur la "volonté de connaître". Thuillier, article cité, p.1388 : "la recherche d'un espace homogène et unifié correspondait certainement à une préoccupation générale des sociétés 'avancées' de cette époque"; plus bas, ibid., p.1392, il est question d'un projet "visant à réorganiser à la fois l'espace réel et la représentation de cet espace" (souligné dans le texte); plus bas encore p.1392 sqq. il s'agit de s'approprier le monde, en privilégiant la vision sur les limitations du tact (redécouverte par ALBERTI des techniques projectives suggérées, quoique non exploitées dans la Géographie de PTOLEMEE; ALBERTI a fait de la cartographie, cf. le plan de Rome, ibid., p.1396, reprod. d'une reconstitution, avec commentaire, à noter qu'Alberti se servait d'instruments astronomiques, l'astrolabe pour mesurer les angles est converti dans l'"horizon" d'Alberti en cartographie, Alberti utilise aussi le théodolite; "Alberti a opéré la synthèse entre la 'fenêtre' de Brunelleschi et les techniques 'géographiques' de Ptolémée" (ibid. p.1398).

Comme le souligne à juste titre P. THUILLIER (article cité de La Recherche, nov. 1984) non seulement on trouve des analogies de vocabulaire et de technique entre la cartographie d'Alberti et autres et l'astronomie traditionnelle (p.1398), mais plus profondément on doit reconnaître un esprit nouveau, "une nouvelle manière de regarder le monde, de 'sentir' son organisation, d'imaginer ses structures" (p.1385) et aussi d'agir sur lui dans un esprit de conquête (celui des ingénieurs, des entrepreneurs et des banquiers, aussi des navigateurs et des artilleurs modernes).

Thuillier ne dit pas un mot de COP, lorsqu'il remarque, p.1384) que "pour que puissent se développer les brillantes théories de Galilée et de

Newton, il fallait que les notions de temps et d'espace aient déjà acquis une certaine rigueur". P. 1585. Il écrit : "Peintres, sculpteurs et architectes ...) opèrent une sorte de révolution silencieuse en imaginant et en représentant un espace homogène, puis en le géométrisant". P. GAURICUS (Gaurico, De sculptura, Florence, 1504, cf. Panofsky, p.129-130) exprime bien le retournement de l'esprit aristotélicien quand il parle, d'une façon quasiment newtonienne, de l'espace antérieur "ax corps qui s'y trouvent situés" - il le fait avec le retard de la théorie réfléchi sur les intuitions de la pratique. Cf. Cassirer, Individu et Cosmos, p.229 et Panofsky. La perspective ... Célèbre image (appelée par Thuillier, p.1384) de l'espace-agrégat opposé à l'espace-système. M. Dalai Emiliani (article Perspective de l'Encycl. Universalis, vol.12, 1972, p.837 a) dit l'essentiel concernant la moderne nouveauté de la perspective linéaire : "dans l'histoire de la connaissance, la perspective institue une correspondance métrique rigoureuse entre les objets dans l'espace et leur représentation".

Il y a là une illusion, mais une illusion maîtrisée, gouvernée selon des règles strictes qui commencent à bâtir la géométrie projective : les trois dimensions sont rendues en deux seulement (conventions et solutions diverses, cf. Panofsky, p.42 : oeil unique, oeil fixe, espace infini, homogène). Il faut distinguer une tradition trouble et vague et une novation réaliste de l'illusion (Galilée préférait la peinture à la sculpture, l'art en deux dimensions à l'art en trois, cf. Panofsky, cité par Thuillier p.1385). Retournement non seulement de l'esprit aristotélico-scolastique, mais aussi de l'esprit platonicien (PLATON sépare et oppose nettement apparence et vérité; impossible de remonter chez lui des altérations dues à la variété des points de vue à la vérité du réel en soi. Cf. Protag. 356 ce, Rép., 602 c, Rép. 523 b (inspiration proche de l'Optique d'Euclide, cf. plus haut), la peinture et l'image des trois, le lit essentiel, le lit fabriqué, le lit imité par le peintre, Rép. X, début et Lois VII 822 ab, la marche des astres, constante et circulaire en réalité apparaît errante et changeante, comparaison avec une course de chevaux (Cop. cite, en général, les Lois VII p.52-53).

On dira que l'on n'en est plus là avec la mathématisation de PTOLEMEE. mais précisément, une certaine confiance en l'observation est revenue; le système de PT. ne vise qu'à sauver les apparences, à rationaliser conventionnellement le sensible afin d'opérer des prévisions ne reposant sur aucun réalisme de la connaissance. PT. n'unifie pas son

espace, il le centre sur la Terre, cela suffit pour qu'on puisse le dire hétérogène, bien que fortement géométrisé (il reste dans ce système des particularités sans explications satisfaisantes, par ex, l'alignement des centres des épicycles de Mercure et de Vénus avec le rayon vecteur Soleil-Terre). Le monocentrisme de PT. éclate en exploration de détail coup par coup tandis que le polycentrisme de COP. apparaît unifié dans les relations de fait des planètes d'ailleurs indépendantes les unes des autres et toutes du Soleil : l'aspect d'espace-agrégat apparaît à plein dans le système tolémaïque, du fait que chaque astre joue pour lui-même, sans aucune remise en question de ses mouvements apparents, sans aucune redistribution d'appartenance des mouvements. COP. reproche à son prédécesseur "d'écarteler l'entendement" (distrahere intellectum, De Rev. I, cap.10, Koyré, p.112-113).

### 3°) Position du problème et Hypothèse (très vraisemblable).

Le système COPERNIC ne pourrait-il être réduit par l'hypothèse d'une relation entre les problèmes des perspectivistes italiens, problèmes venus à maturité au moment où COP. séjourne en Italie (à l'extrême fin du Quattrocento et dans les toutes premières années du siècle suivant) et la position nouvelle du problème astronomique de la structure des espaces célestes, que Copernic construit quelques années après son retour ?

Il reste bien entendu une certaine distance entre les divers problèmes, modes d'activité et de représentation qui retiennent l'attention des contemporains et que l'on peut mettre, un peu hâtivement, sous la dénomination géométrique d'unification de l'espace. La conscience de l'unicité de l'espace à travers la multiplicité des démarches spécialisées qui tendent à l'exprimer (de la réorganisation des plantations à la topographie de triangulation, du calcul bancaire à la balistique moderne appoiquée à l'artillerie, etc. comme l'a bien vue p. Thuillier dans l'article cité) ne se forme qu'avec lenteur. Et précisément, il est très vraisemblable que l'une des grandes étapes de sa formation, induite par d'autres, nettement antérieures, est l'invention de l'espace astronomique, une fois le temps venu de la réflexion sur l'expérience italienne (le Commentariolus est sans doute rédigé vers 1511-1513, cf. Rosen, Three Cop. Treatises, 3rd ed., p.345; le traité est mentionné pour la première fois par Mathieu de MIECHOW, professeur à Cracovie, le 1er Mai 1514, Rosen, ibid., p.343).

"Bien avant les Copernic et les Galilée, les architectes de la Renaissance, écrit P. Francastel, Peinture et Société, Gallimard, Coll. Idées/Arts (1965), avaient eu la sensation et le maniement de ces étendues diaphanes que la géométrie permet de construire et de mesurer. Le premier espace ouvert a été celui de la peinture" (p.51).

On peut tenter de repérer des différences entre les recherches perspectivistes et le copernicianisme, mais il est possible aussi de montrer qu'elle ne sont pas dirimantes. En effet, des trois étapes du copernicianisme distingués plus haut, on notera d'abord que le géocentrisme d'observation (point 3°) offre un "tableau" circulaire plutôt que plan, mais cette différence n'est pas essentielle, on connaît des perspectives curvilignes (deux dimensions sur un plan courbe, analogues aux techniques astronomiques de la trigonométrie sphérique, d'ailleurs familières à la tradition ptoléméenne). Autre objection : on dira qu'une considération de temps intervient obligatoirement (voir plus haut) dans le calcul des proportions des orbites des planètes supérieures, alors qu'il semble bien que les perspectivistes travaillent dans l'instantané et dans l'immobile (unicité du point de fuite). Mais cet aspect instantané et statique n'est qu'une apparence superficielle; en réalité, la maîtrise de l'espace en ses trois dimensions est impliquée dans les techniques de la représentation picturale à deux dimensions. C'est la raison qui explique la parenté par ex. de la triangulation géodésique avec celle de la science astronomique; de même, on ne possède pas de science infuse la connaissance de ce qui en soi correspond dans les choses à ce que l'on veut traduire en représentation à deux dimensions seulement dès l'instant que sont dépassées les techniques les plus empiriques, il est nécessaire d'établir des principes et de se mettre en mouvement par rapport aux objets réels à percevoir. Les anamorphoses (cf. les Ambassadeurs de HOLBEIN, tableau comportant une tête de mort au premier plan, en forte anamorphose, qu'on prendait pour une palette de peintre et qui n'est décryptable qu'en se plaçant très près de la toile) constituent de bons exemples des déformations perspectivistes (éventuellement très artificielles) qui montrent l'importance des déplacements dans l'organisation active de l'espace, dont la représentation "en perspective" n'est qu'un aspect à ne pas séparer du reste de manière abstraite.

Si l'hypothèse de Ptolémée avait été la bonne, c'est-à-dire si nous avions été, nous autres habitants de la Terre, par une insigne malchance, en un site définissable comme le centre du monde, il en aurait résulté

l'impossibilité de fermer les angles et donc de proportionner les distances interplanétaires. Jamais nous n'aurions pu déterminer mundi formam ac partium ejus symmetriam (souligné et traduit par moi : la structure du monde et l'harmonie de ses parties). La vérité profonde qui réside déjà, quoique de façon fragmentaire et pour ainsi dire éparpillée, dans toute une série de disciplines relativement distinctes et qui n'accède pas encore dans les recherches perspectivistes à une conscience parfaitement universelle, a été bien vue par l'astronome J.-S. BAILLY dans son Histoire de l'Astronomie moderne, tome premier, Paris, 1785, p.357-358 : "Si d'un lieu quelconque vous regardez un objet éloigné, à travers une campagne nue, le rayon visuel qui s'étend de votre oeil à l'objet, ne peut vous faire connaître la distance; vous n'en aurez point d'idée tant que vous resterez à la même place; mais si vous vous avancez vers la droite ou la gauche, vous verrez alors de côté la distance de votre premier poste à l'objet éloigné; vous pourrez comparer cette distance au chemin que vous avez parcouru en vous écartant, et ce chemin, mesuré par vos pas, vous donnera l'idée de la distance que vous n'avez pas parcourue". Bailly rapproche à juste titre la technique copernicienne de celles de l'arpentage et de la géodésie. ALBERTI notamment avait établi son plan de Rome (1432-34, voyage à Rome) en visant depuis le Capitole les distances métriques; BRUNELLESCHI déjà avait fait des relevés de monuments de l'Antiquité romaine. On savait aussi très bien se servir de la technique millénaire des triangles semblables pour mesurer des hauteurs inaccessibles. Pour dominer l'espace, il est capital de se déplacer.

Telle est la leçon qui résume toutes les acquisitions de l'esprit nouveau du Quattrocento. Une correspondance étroite et précise, point par point, associe l'espace réel à trois dimensions et les représentations gouvernées par diverses règles, en particulier les sections planes (à deux dimensions). Toutefois, il existe deux limitations dans la perspective linéaire classique, dont l'une oblige à distinguer la rigueur de cette correspondance entre l'espace métrique et l'espace projectif d'une part, et l'indétermination relative entre les deux espaces, quand on veut régresser de la projection sur deux dimensions à la réalité métrique à trois, et dont la seconde consiste en ce que, par une sorte d'immaturité au XIVE siècle encore, dans les régions les plus avancées, il subsiste certains compartimentages entre des spécialités diverses qui tendent vers l'unité et l'unicité de l'espace réel comme géométrique, mais n'y parviennent pas vraiment.

Il faut donc reconnaître une distance entre l'expérience de l'illusion réaliste de la perspective linéaire (il est vrai, sans la couper par abstraction, de toutes ses bases théoriques dépendant de l'expérience du déplacement dans l'espace) et l'invention copernicienne du nouvel espace astronomique : une même projection peut correspondre, par alignement strict, à plusieurs objets réels distincts. En conséquence, que l'on accorde plus ou moins d'originalité à Cop., moins en le faisant dépendre "seulement" de l'expérience devenue ordinaire des perspectivistes, davantage, à mon sens, en admettant qu'il fut conscient, au moins à la réflexion, de toutes les implications du nouvel espace conceptuel mis en pratique en Italie, on est en mesure de toute façon de faire l'hypothèse vraisemblable que voici : la structure conceptuelle du système planétaire se présente comme l'analogue inversé du rapport entre les aspects métriques à trois dimensions et leurs projections planes à deux dimensions, ou plus exactement cete structure est la solution inventée pour ce qui, en perspective, est de l'ordre des problèmes de transposition projective. Au lieu que tout soit, en un sens, donné dans l'expérience des activités de déplacement, et élaboré conceptuellement par la géométrisation et sa conversion en apparence perceptive selon la technique de la "fenêtre" à deux dimensions (ou section de pyramide), en astronomie les choses se passent de manière opposée : ce qui était solution d'un problème et résultat théoriquement élaboré (le tableau, la représentation picturale) devient au contraire le problème ou même l'énigme que l'on ne surmonte conceptuellement qu'en inventant les proportions réalistes dans un va-et-vient entre les essais de structure théorique de l'ensemble et les vérifications des dérivations géocentriques en découlant sur les données d'observation. On retrouve le schéma en trois étapes signalé plus haut, en soulignant cette fois la parenté intime, quoique inversée, de la structuration astronomique et de ses vérifications avec l'inspection active, mobile, de l'espace géométrique et sa réduction en espace représenté selon l'illusion réaliste. En astronomie moderne, on ne vise pas à recréer les apparences, on vise à les organiser, à les remettre en ordre, à les décrypter avant de les vérifier par la confrontation de leurs conséquences avec le géocentrisme d'observation. Le copernicianisme, c'est la vérité cachée et théorique qui se vérifie indirectement à travers les apparences mêmes et à l'encontre des préjugés et sollicitations traditionnels de l'apparaître prétendûment pur et simple, "apparemment" réduit à lui-même, en réalité déjà structuré, mais de

manière erronée, selon la déformation géostatique qui ne se confond pas avec le géocentrisme d'observation. Ce dernier prouve la vérité de la structure théorique dans une vérification indéfiniment poursuivie; on ne sait pas exactement si Cop. a eu à tâtonner avant de construire, son "modèle" d'univers, cela reste peu probable, les différences entre le Commentariolus et l'ouvrage définitif n'allant pas en tout cas dans le sens de cette hypothèse, non plus que la date fort ancienne du "petit traité" (une trentaine d'années avant le De Rev.).

Cop. a-t-il eu pour autant le représentation d'un espace géométrique unitaire et absolument universel ? Il reste prudent et en particulier ne décide pas, se méfiant des "disputations des philosophes (...) si le monde est fini ou infini" (De Rev.I, 8, trad. Koyré, p.92). De même, un peu plus bas dans le même chapitre, il cite le vers de Virgile sur lequel on peut fonder une relativité du mouvement qui chez le poète latin reste certainement du domaine de l'illusion et ne met pas en question l'opposition absolue du mouvement et du repos; chez Cop., il y a, on l'a dit, un centre fixe de tous les mouvements planétaires, à savoir le centre de l'orbe terrestre (cf. la note de Koyré à la lettre à Paul III, n.10, p.141 de son éd. du De Rev.) de sorte que ce repère s'oppose sans doute absolument à l'ensemble de tous les mouvements des planètes; la nouveauté du copernicainisme consiste alors à déterminer l'ensemble des mouvements planétaires sans se soucier des "impressions" de mouvement ou de repos, uniquement en géométrisant dans une structure unitaire les mesures optiques des déplacements planétaires. Cf. la note 7 de Koyré à De Rev.I, 8, p.145.

Cop. applique en la transposant à l'astronomie la relation des objets réels à leur projection bi-dimensionnelle avec cette différence capitale qu'il ne dispose en aucune façon dans son domaine propre d'une expérience pratique et d'intuitions sensibles pour soutenir l'invention des coordinations géométriques; il doit donc les conceptualiser sans appui direct dans l'expérience sensible, mais il paraît peu douteux que l'expérience plus claire et aisée des relations entre objets terrestres et projections picturales a joué un rôle dans la réflexion qui aboutit à la mise en place, au retour, d'une structuration objective des proportions du cosmos planétaire.