

a. m. Salomon Reinach

LA

en très respectueux et fidèles hommages

REVUE DE PARIS

Rougier

EXTRAIT DU NUMÉRO DU 15 JUIN 1929

L'ASTRONOMIE ET L'HISTOIRE DES IDÉES

PAR

LOUIS ROUGIER

Bibliothèque Maison de l'Orient



151459

PARIS

DIRECTION ET RÉDACTION : 114, AVENUE DES CHAMPS-ÉLYSÉES

ADMINISTRATION, ABONNEMENT ET VENTE · 3, RUE AUBER

1929

L'ASTRONOMIE

ET

L'HISTOIRE DES IDÉES

« Qu'est-ce que l'histoire, disait Renan, sinon la plus incongrue des associations d'idées? » A tout le moins, cette formule se vérifie-t-elle pour l'histoire des idées, plus encore que pour celle des événements politiques et sociaux. Une théorie scientifique, une doctrine religieuse, un système politique agissent moins par le développement mécanique de leurs effets logiques, que par les réactions qu'ils provoquent, les accommodements qu'ils tolèrent, les effets secondaires qu'ils suscitent, les incidences ignorées ou lointaines qu'ils déclenchent, en se composant avec d'autres théories, d'autres doctrines, d'autres systèmes concourants. L'atomisme antique se proposait de détruire chez les hommes la crainte des dieux : cette physique impie est devenue celle des théologiens orthodoxes de l'Islam qui y virent le système le mieux approprié à garantir le dogme de la toute-puissance divine. L'Aristotélisme fut une tentative pour fonder une science de la nature : sa destinée fut de servir à la justification rationnelle du dogme. Le Néo-platonisme apparaît comme un effort désespéré pour sauver l'intellectualisme grec en le conciliant avec les aspirations mystiques, développées chez les foules par les religions de salut : il aboutit au matérialisme religieux le plus bas, à la théurgie, à la démonologie, à la magie naturelle. La prédiction évangélique se meut dans les cadres du messianisme palestinien et de l'apocalyptique juive

traditionnels : elle enfanta la société la plus conservatrice et la plus durable, l'Église, que l'humanité ait connue depuis l'empire romain. La Révolution se fit au nom des idées d'égalité et de liberté : elle engendra le césarisme qui vint rassurer les acquéreurs de biens nationaux sur la légitimité de leurs titres de propriété; et il apparaîtra peut-être un jour, par un retour inverse, que l'impérialisme napoléonien, flétri comme l'œuvre détestable du militarisme, en unifiant l'Europe, fut le fondement providentiel de la Société des Nations. Le littéralisme évangélique d'un Tolstoï et l'orthodoxie marxiste d'un Lénine, anathématisant également la Société capitaliste, aboutissent en Russie, après dix ans de bolchevisme, à la mentalité petite-bourgeoise de la Nep.

Aucun exemple n'est plus approprié à cet égard que celui de l'astronomie. On penserait, tout d'abord, à une discipline autonome, se développant sur un plan à part, à l'abri de toutes les fluctuations des spéculations humaines. Et, pourtant, rien n'est moins exact. Née des préoccupations astrologiques des Chaldéens, elle répudia ses origines suspectes et devint scientifique avec Pythagore, qui ramena l'explication du mouvement apparent des astres à un pur problème de géométrie. Nulle découverte ne fut plus éclatante que la sienne : elle aboutit cependant à ce résultat paradoxal de compromettre, pour des millénaires, l'explication purement physique qu'avaient tentée de l'origine des choses les penseurs d'Ionie. L'astronomie géométrique de Pythagore, de Platon, d'Eudoxe, d'Aristote, d'Hipparque et de Ptolémée substitua à la conception moniste du monde des philosophes milésiens un dualisme radical. Ce dualisme justifia, avec une apparence de preuve scientifique, la théorie orphique de la dualité du composé humain; puis, après la conquête d'Alexandre, l'astrologie et le fatalisme astral des Orientaux. Il aboutit à une astrolâtrie sidérale qui fut la dernière forme du paganisme antique. Ainsi, un progrès capital dans un ordre d'idées entraîna une régression non moins considérable dans un autre. Copernic, en rééditant le système héliocentrique d'Aristarque de Samos, n'entrevit pas lui-même toute la portée et les effets incalculables de son hypothèse. C'est Kepler qui, en substituant au règne du cercle le règne de

l'ellipse, transforma la vision de ce monde. Il sauva l'unité du Cosmos, proclamée par les physiciens de Milet, en permettant de démontrer l'identité de la mécanique céleste et de la mécanique terrestre, appliquée à une même matière cosmique. S'il dépouilla les astres de leur prestige divin, du moins ouvrit-il à la curiosité insatiable de l'esprit humain les champs démesurés des espaces célestes.

I. — L'ASTROLOGIE CHALDÉENNE ET L'ASTRONOMIE NUMÉRIQUE

L'astronomie n'a pas été inventée par les Atlantes, comme le narre le divin Platon dans le *Critias*; elle n'a pas été créée par Atlas suivant la fable antique, ni enseignée au bouillant Achille par le centaure Chiron à la face camuse : elle est née avec le premier regard de l'homme posé sur la nature. Les populations les plus primitives furent frappées par l'alternance des jours et des nuits, le rythme des saisons, les phases de la lune : dès la plus haute antiquité, ils composèrent des calendriers et élaborèrent des cosmogonies. Plus tard, ils discernèrent la révolution diurne des étoiles autour d'un axe passant par celle qui ne bouge pas, la polaire. L'observation des levers et des couchers des astres dans les rayons du Soleil leur révéla que celui-ci se déplace à travers le troupeau discipliné des étoiles suivant un cercle oblique à l'équateur de la sphère céleste : le cercle de l'écliptique. Ils identifièrent, par la suite, la marche vagabonde des planètes errantes qui décrivent leur cours capricieux parmi la faune céleste des constellations. Toutefois, ces notions tirées de l'observation sensible, les peuples les élaborèrent et les coordonnèrent plus ou moins en système, suivant leurs besoins particuliers, leurs croyances, leur génie propre et la structure de leur esprit. Dans l'antiquité classique, on ne peut véritablement parler d'une science astronomique qu'au sujet des Chaldéens, après l'adoption du calendrier solaire par Nabonassar (721 avant J.-C.), et au sujet des Grecs, après Pythagore.

Si la géométrie naquit des mesures au cordeau des arpenteurs égyptiens chargés, après chaque crue du Nil, de délimiter les propriétés, l'astronomie prit son essor sur les tours

à étages des vallées de l'Euphrate, sous l'empire des préoccupations astrologiques des Chaldéens.

Au gré de leur mythologie, le Ciel et la Terre avaient été formés des deux moitiés séparées du corps, pourfendu par Mardouk, du monstre chaotique originel, le serpent Tiamat. La terre a la forme d'une barque renversée sur les eaux infranchissables du fleuve Océan que ceint de toutes parts une digue de montagnes élevées sur lesquelles repose la coupole métallique du ciel. Les astres sont les demeures des dieux et sont gouvernés par eux suivant des voies tracées d'avance. Mais, tandis que les uns tournent en cohortes régulières autour du pôle, d'autres ont une marche sinueuse et battent le ciel d'une perpétuelle danse rythmée. Ce sont les deux grands lumineux, la Lune, demeure du dieu Sin, le Soleil, qui est le dieu Shamas lui-même, et les cinq planètes connues des anciens : Jupiter, siège de Mardouk, berger du troupeau céleste, Vénus, guidée par la déesse Istar, Saturne par Ninib, Mars par le terrible Nergal, et Mercure par Nabou. Parmi les étoiles fixes, trente sont des dieux conseillers veillant sur tout ce qui e passe dans le ciel et sur la terre; douze sont douze régents dont chacun préside à un mois de l'année et à un des signes du Zodiaque. Enfin, les astres errants, appelés « interprètes », annoncent les événements futurs et sont, auprès des hommes, les truchements des dieux.

On a retrouvé à Ninive les fragments d'un grand traité d'astrologie, dénommé *Illumination de Bel*, composé sous Sargon l'Ancien, au troisième millénaire. La bibliothèque d'Assurbanipal, en outre, nous a livré quantité de textes cunéiformes, contenant les rapports qu'adressaient à leur souverain les astrologues royaux des tours de Borsippa et de Ninive. Ils y consignent les jours fastes et les jours néfastes, les oppositions, les approches, les rencontres, les occultations de planètes et d'étoiles, avec les pronostics qu'on en peut tirer : opulence des moissons, invasion d'ennemis ou de sauterelles, inondations, guerres prochaines, calamités de toutes sortes, victoires, périodes de paix et de justice. Si Mars est en opposition avec Vénus, « cette année, six mois durant, le Roi demeure »; mais si Mars est opposé à Jupiter, c'est la ruine » du pays » par le conflit de deux puissances; et si Vénus se

lève pendant le mois de Nisannu, le pays sera dévasté; mais apparaît-elle au mois de Sivanu, « les Barbares du Nord seront défaits ». Ces documents peuvent se répartir en deux groupes. Les uns sont de simples rapports d'observations célestes; les autres composent des répertoires d'interprétation, toute une herméneutique astrologique, permettant de tirer des prédictions certaines, suivant des règles fixes, des phénomènes célestes.

Ces prédictions ne portaient que sur des événements très généraux concernant la vie des peuples et du souverain. Un problème astrologique plus précis allait amener les Chaldéens à construire une véritable astronomie numérique. Ce problème fut posé par l'établissement des thèmes de géniture.

Si les phénomènes terrestres sont sous la dépendance des circulations célestes, comment ne pas penser que la destinée d'un chacun dépend de la position des astres à sa naissance? A cette science ambitieuse, qui prétend déduire de l'aspect du ciel, en cet instant indivisible, la série ordonnée des événements saillants d'une destinée humaine, les Grecs donnèrent le nom de *Généthologie*. Elle consiste à déterminer, au moment précis de la naissance, le point du Zodiaque qui se lève à l'horizon au Levant, l'*horoscope*, d'où partira le cercle de géniture divisé en douze secteurs égaux par des perpendiculaires à l'écliptique. Fixe par rapport à la Terre, ce cercle est une armature rigide, une roulette gigantesque sur laquelle courent les planètes comme autant de boules lancées par la main du Destin, et à travers les mailles duquel circulent les signes mobiles du Zodiaque avec toute la machine cosmique. Les prédictions se tirent de la position, à tout instant de la durée, des planètes et des constellations par rapport au cercle gradué de la géniture.

Or, les astrologues s'aperçurent que certains signes du Zodiaque ascensionnent plus vite que d'autres au-dessus de l'horizon et resdescendent plus lentement. Les pronostics concernant la durée de la vie du sujet consultant étaient basés sur le calcul de ces ascensions d'une durée inégale, autrement dit sur la détermination de la vitesse angulaire avec laquelle tournent, par l'effet du mouvement diurne et

de leur inclinaison sur l'équateur de la sphère céleste, les différentes parties du Zodiaque. Pour ce faire, il convient de convertir les degrés d'ascension oblique des signes du Zodiaque en degrés d'ascension droite de l'équateur, en projetant les arcs du cercle zodiacal sur l'équateur, la durée des ascensions étant alors dans le même rapport que ces projections. C'est le problème que les astronomes grecs surent résoudre, à partir d'Hipparque, au moyen de la trigonométrie. Les Chaldéens ignorèrent cet instrument mathématique adéquat et même, quand ils furent à même d'en bénéficier, ils refusèrent de s'en servir. Ils trouvèrent la solution du problème des ascensions au moyen de progressions arithmétiques, suivant une méthode qui consistait à ramener les mouvements célestes non uniformes à une combinaison arithmétique de mouvements, animés de vitesses différentes mais uniformes ou uniformément variées.

Cette méthode était d'application générale. Ils l'étendirent à la détermination des lois du mouvement du Soleil, de la Lune et des planètes. Ils construisirent ainsi des éphémérides, indiquant les positions relatives du Soleil, de la Lune, avec des prédictions d'éclipses, comme on en trouve une sur une tablette de l'an 7 de Cambyse. Des tablettes, datées de 113 et 111 avant notre ère, constituent un véritable annuaire astronomique donnant pour toute l'année des éphémérides complètes de la Lune et des planètes.

Si l'astronomie numérique des Babyloniens leur suffit pour établir une *connaissance des Temps*, dont la précision n'a pas été dépassée par Hipparque et Ptolémée, elle resta une astronomie purement descriptive, fondée sur des formules empiriques, artificiellement combinées. Jamais les Babyloniens ne se préoccupèrent de déterminer la distance respective des astres, de figurer géométriquement leurs orbites et d'expliquer ces orbites par un agencement convenable de mécanismes variés. Ils ne s'aperçurent pas que les problèmes de l'astronomie sont avant tout des problèmes de géométrie. Leur astronomie se borne à être une science des mouvements angulaires des astres, représentés par des séries numériques procédant par différences constantes, ou, tout au plus, uniformément croissantes et décroissantes, sans

nul souci d'interprétation. S'ils n'allèrent pas plus avant, c'est que l'Astrologie n'en demandait pas davantage. Nous voyons ici comment une pseudo-science suscita, puis arrêta, l'essor de l'astronomie théorique. Les habitants assidus, les calculateurs infatigables des tours de Babel, de Borsippa, d'Erech, de Ninive, de Nippur, d'Ourouk et de Sippara, en accumulant leurs observations, en combinant sans trêve leurs séries numériques, ont bien mérité de l'humanité, car ils permirent à la brillante astronomie des Grecs, fille de la raison spéculative et de l'imagination créatrice, de prendre son envol sur un terrain sûr; mais, s'ils restèrent en deçà de ces incomparables improvisateurs que furent les Hellènes, c'est pour avoir asservi l'astronomie à n'être que l'humble servante de l'astrologie.

II. — LA PHYSIQUE MILÉSIENNE ET L'UNITÉ DU MONDE

La spéculation désintéressée et l'esprit scientifique s'éveillèrent sur les côtes d'Ionie, au VII^e siècle avant notre ère. Les trois grands philosophes qui se succédèrent dans la cité la plus florissante de la Grèce d'Asie, à Milet, eurent un double mérite. Ils proclamèrent un principe d'invariance universel, sous la forme de l'adage « rien ne se crée, rien ne se perd », qui devint notre moderne principe de la conservation de l'énergie dans un système clos. En enseignant, conformément à cet adage, que les différentes espèces de corps qui peuplent le monde et les phénomènes qui en sont le siège, résultent des différents états de condensation et de raréfaction d'une matière primitive, l'eau selon Thalès, un chaos indéterminé selon Anaximandre, l'air selon Anaximène, ils se trouvèrent affirmer le principe de *l'unité substantielle du monde*.

Rejetant les explications mythiques forgées par les aèdes et les devins, ils s'efforcèrent à rendre compte par des causes purement physiques, conformément à ces deux principes, de la production des météores, de la formation des astres, de l'origine de la vie et de la genèse du monde, affirmant ainsi l'existence d'une science cosmogonique radicalement distincte des théogonies chantées par les poètes.

Pour expliquer le mécanisme des orages, par exemple, Anaximandre imagine que le vent, emprisonné dans un nuage comme dans une outre, rompt celui-ci par sa violence et que cette rupture s'accompagne de tonnerre et d'éclair. La formation du ciel n'est pas différente de celle d'un orage. Substituons à la couche de nuées des gaines opaques d'air condensé, disposées symétriquement autour de la Terre comme les jantes d'une roue autour du moyeu d'un char; remplaçons le vent par le feu, les déchirures de la gaine par des sortes d'évents : ces événements sont-ils ouverts, on voit le feu intérieur par leur embouchure et ce sont les astres; sont-ils fermés ou demi-clos, ce sont les éclipses ou les phases de la Lune. Ainsi la genèse des astres ne s'explique pas autrement que la formation des météores.

Héraclite d'Ephèse ne s'écarta pas de la physique milésienne. La terre, l'eau, l'air, le feu se transforment sans cesse suivant un rythme perpétuel et tous les phénomènes résultent de l'harmonie ou du conflit des éléments. Reprenant une idée chère à Anaximène, il déclara que les feux célestes s'alimentent des exhalaisons brillantes de la mer, et que le monde oscille entre deux états extrêmes : l'embrasement universel, où tout se résorbe dans le feu primitif; le déluge, où les exhalaisons accumulées par le Soleil se précipitent en pluie. Passant périodiquement d'un de ces états limites à l'autre, la nature parcourt sempiternellement le même cycle, la Grande Année. Elle est semblable « à un enfant qui, pour s'amuser, construit et détruit des montagnes de sable ». Et cette ordonnance de toutes choses « n'a été créée par aucun des dieux, ni par aucun des hommes; elle a toujours été, elle est et elle sera toujours ». Elle résulte des différents états d'un feu primitif, « éternellement vivant, qui s'allume par mesure et s'éteint par mesure ».

Xénophane, né à Colophon, Anaxagore, né à Clazomène, Archélaos et son disciple, Diogène d'Apollonie, enfin ce génie ambrosien qui fit retentir le sol de Sicile du bruissement d'or de ses sandales, Empédocle d'Agrigente, furent, au ^ve siècle avant notre ère, les propagateurs de la physique des Milésiens. Anaxagore, le commensal de Périclès et de Phidias, sous le signe duquel s'épanouit comme une fleur de

civilisation unique l'admirable rationalisme politique, intellectuel et artistique d'Athènes, scandalisa ses contemporains et encourut l'ostracisme, pour avoir soutenu que les astres, simples corps naturels incandescents, sont privés d'attributs divins. Il enseignait que la Lune, grande comme le Péloponèse, reçoit son éclaircissement du Soleil et que, présentant, comme la Terre, des montagnes, des vallées, des plaines, tout un relief accidenté, elle est vraisemblablement habitée.

Ce développement scientifique aboutit à la physique de Leucippe et de Démocrite. Ceux-là élaborèrent une théorie atomique et cinétiste du monde qui est à la base de nos conceptions actuelles. L'Univers que nous habitons s'est formé par l'agglomération dans l'espace vide d'une masse énorme d'atomes de toute espèce. En s'accrochant, ces atomes ont engendré un mouvement tourbillonnaire qui rend compte de celui des astres. Le Soleil, la Lune firent partie à l'origine de deux mondes tourbillonnants extérieurs au nôtre, qui entrèrent en collision avec lui et furent absorbés par lui. C'est tout à la fois la théorie des tourbillons de Descartes, de la nébuleuse primitive de Laplace, où l'accrochage des atomes remplacerait leur attraction, et la théorie de la captation de Sée sur l'origine du système solaire.

Ces cosmogonies intégraient des données astronomiques exactes tirées des observations des Égyptiens ou des Babylo niens. Thalès mesura en angle le diamètre céleste et on rapporte qu'il prédit une éclipse totale de Soleil. Anaxagore énonça la cause véritable des éclipses : l'interposition de la Terre entre la Lune et le Soleil, ou de la Lune entre la Terre et le Soleil. Cependant cette physique prodigieuse, née des intuitions géniales des Milésiens, qui conduisait à expliquer les phénomènes terrestres et célestes à l'aide des mêmes causes naturelles, et qui faisait des dieux des religions officielles des productions de la nature, dépassant seulement l'espèce humaine en puissance et en majesté, ou menant dans les intermondes des jours oisifs sans plus se soucier de la gent humaine que les sages parmi les humains, comme Epicure, n'avaient souci d'eux, fut paralysée dans son développement par une découverte admirable, due au génie de Pythagore, d'où allait résulter l'astronomie géométrique des Grecs.

III. — L'ASTRONOMIE GÉOMÉTRIQUE DES GRECS : LA THÉORIE DES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES

L'événement le plus considérable de l'histoire intellectuelle de notre planète fut, sans contredit, la création de l'arithmétique et de la géométrie déductives et l'invention de la physique mathématique par les Pythagoriciens au ^{vi}^e siècle avant notre ère. Ne se contentant pas, comme les Égyptiens, de constater *de visu*, à la simple inspection de la figure, que le carré élevé sur l'hypothénuse d'un triangle rectangle est équivalent à la somme des carrés élevés sur les deux autres côtés, Pythagore entreprit de le démontrer. Pour cela, il substitua à l'évidence intuitive des Orientaux l'évidence rationnelle qui naît de la démonstration, en coordonnant les propositions en un corps de doctrine, semblable à celui des *Éléments* d'Euclide, de façon que les propositions les plus complexes se déduisissent des plus simples, comme autant de conséquences dérivées. A une géométrie intuitive, se contentant de solutions approchées obtenues par des mesures empiriques, il substitua une géométrie rigoureuse, explicative et déductive, qui montre la nécessité intelligible des théorèmes qu'elle enchaîne, en en révélant le pourquoi.

Il lui apparut, en outre, que cette arithmétique et cette géométrie rationnelles étaient applicables à l'étude de l'Univers sensible; que celui-ci avait une structure dont les mathématiques pouvaient rendre raison; que ses corps reproduisaient certaines figures géométriques définies; que ses phénomènes obéissaient à des lois quantitatives immuables, et que l'Univers méritait vraiment le nom de Cosmos, parce que tout en lui était ordre, nombre et mesure. Il le démontra par l'exemple, en construisant deux théories physiques mathématiques : l'Acoustique et l'Astronomie géométrique.

Pythagore était un géomètre doublé d'un visionnaire. A côté de leurs fonctions mathématiques, il attribuait aux figures et aux nombres des propriétés mystiques. Il établit entre eux un ordre de précellence. Il proclama le dogme, qui allait régner jusqu'à la Renaissance, de la *perfection de la*

sphère. Ce dogme parvint jusqu'à Kepler qui y vit, avant de le renverser, l'image de la Trinité : le Père est le centre, le Fils, le rayon, et le Saint Esprit, la superficie. « Je ne puis être persuadé, ajoutait-il, qu'aucune des courbes puisse être plus noble ou plus parfaite que la superficie sphérique elle-même. » Bien avant lui, au VI^e siècle avant notre ère, Parménide d'Élée identifiait la divinité à « une sphère bien polie et bien ronde ».

De la perfection de la sphère Pythagore déduisit qu'elle est la forme naturelle de la Terre et du Monde. Selon Thalès, Anaximène et Anaxagore, la Terre était un disque flottant sur l'eau primitive, ou porté sur un coussin de nuées, ou soutenu par un tourbillon aérien. Selon Anaximandre, elle avait la forme d'un cylindre plein maintenu au centre de l'Univers par raison de symétrie. Pythagore enseigna la sphéricité et l'immobilité de la Terre au centre du Monde, parce que « tel est son lieu naturel ». Partant ainsi de l'hypothèse géocentrique, il fit une découverte sensationnelle. Il lui apparut que l'on pouvait rendre compte de la marche du Soleil en combinant deux rotations simples : la première, dirigée d'Orient en Occident, s'accomplit autour des mêmes pôles et dans le même temps que la rotation diurne des étoiles, suivant un cercle parallèle à l'équateur de la sphère céleste; la seconde décrit en une année, d'Orient en Occident, un grand cercle de la sphère céleste, l'écliptique, dont le plan est incliné sur celui de l'équateur.

Cette découverte enflamma l'imagination subtile des Grecs, si sensible à l'harmonie des combinaisons géométriques simples. Elle insinua dans les esprits cette croyance que les cours des astres, en dépit de leur caprice apparent, se laissent résoudre en mouvements circulaires et uniformes, si bien que l'astronomie théorique se ramène à un problème de géométrie sphérique. Ce problème, Platon, qui voyait dans le mouvement circulaire des astres « l'image mobile de l'éternité immobile », le formula en des termes que nous a conservés Simplicius : « Platon part de ce principe que les corps célestes se meuvent d'un mouvement circulaire, uniforme et constamment régulier, il pose alors aux mathématiciens ce problème : Quels sont les mouvements circulaires, uniformes et parfaits

tement réguliers qu'il convient de prendre pour hypothèses, afin de sauver les apparences présentées par les planètes? »

Les astronomes grecs, à travers mille tribulations, poursuivirent la solution de ce problème, qui se compliqua au fur et à mesure que, mis en possession des recueils d'observations des Chaldéens ou disposant d'instruments de plus en plus précis, les apparences célestes se plurent à déjouer les agencements qu'ils s'ingéniaient à combiner pour les sauver.

Le premier, Eudoxe de Cnide (498-355 av. J.-C.) parut résoudre le problème posé par Platon, d'une façon entièrement satisfaisante, en tenant compte des stations et des rétrogressions des planètes dues à ce que celles-ci, soumises au mouvement diurne de la sphère céleste, se déplacent aussi autour du Soleil, tantôt dans le même sens, tantôt en sens inverse de la révolution qui les emporte.

Le système qu'inventa Eudoxe est le *système des sphères homocentriques*. Le Monde est constitué par une série de sphères emboîtées les unes dans les autres et ayant pour centre commun celui de la Terre. La sphère la plus éloignée de nous est celle des étoiles fixes; elle se meut d'une rotation uniforme d'Occident en Orient et enferme l'Univers; la sphère la plus rapprochée de nous est celle de la Lune, et délimite dans sa concavité le monde sublunaire. Chaque planète, entre ces deux sphères, est assujettie à une sphère *portante* qui tourne autour d'un axe, implanté lui-même dans la paroi intérieure d'une sphère *enveloppante*, pivotant elle-même d'un mouvement uniforme autour d'un second axe incliné sur le premier. Il en est de même de cette seconde sphère par rapport à une troisième, et parfois à une quatrième qui entraîne tout le mécanisme, chaque sphère composante conservant son mouvement propre uniforme. Au total, le système d'Eudoxe requiert l'existence géométrique de vingt-six sphères : trois pour la Lune, trois pour le Soleil, quatre pour chacune des cinq planètes, de Mercure à Saturne. A peine élaboré, ce système se révéla insuffisant pour rendre compte des résultats acquis par les observateurs. Il fallut le compliquer pour sauver l'anomalie zodiacale du Soleil et d'autres parti-

cularités de la carrière des astres errants. Calippe, qui vécut à Athènes dans le commerce d'Aristote, porta à trente-trois le nombre des orbes planétaires.

Tel est le système que le Stagirite intégra à sa physique. Il entendit douer de réalité substantielle les sphères homocentriques d'Eudoxe et de Calippe, en les constituant d'un élément inaltérable, la cinquième essence ou éther. Aux circulations dont sont animées ces sphères, il entendit donner une signification physique absolue. A son gré, les astres, composés de quintessence, sont des corps simples et incorruptibles, qui, comme tels, ne peuvent être animés que d'un mouvement simple et éternel. Or, il n'y a que deux espèces de mouvements simples : le mouvement rectiligne et le mouvement circulaire uniforme; mais le mouvement circulaire seul est éternel, car le monde est limité, enclos à l'intérieur de l'orbe de la sphère des fixes, et un mouvement rectiligne éternel ne répond à aucune possibilité physique. Ainsi, en partant des axiomes de sa physique : les astres sont des corps simples, un corps simple ne peut être animé que d'un mouvement simple; les astres sont des corps éternels, un mouvement simple et éternel ne peut être que circulaire, le Stagirite justifiait le postulat esthétique posé par Pythagore : les mouvements célestes se doivent ramener à une combinaison géométrique de circulations uniformes.

Eudoxe et Calippe avaient doté chaque planète d'un agencement particulier de sphères, comme si elle eût été isolée. Ainsi, la rotation diurne commune à tous les astres était communiquée à chacun des sept corps errants par la sphère la plus extérieure de son groupe. Aristote pensa que les mouvements des sphères extérieures se communiquent de proche en proche à toutes celles qui y sont incluses jusqu'à l'orbe de la Lune. Par exemple, la sphère des fixes communique la rotation aux trois sphères emboîtées de Saturne. Mais ces quatre rotations se communiquent au groupe de Jupiter qui devrait ne recevoir d'en haut que le mouvement diurne. Force est donc d'annuler l'effet des trois autres rotations en interposant, entre le ciel de Saturne et celui de Jupiter, trois sphères *compensatrices* ou *rétractives* animées de rotations égales et de signe contraire à celles de Saturne. En

joignant aux sphères de Calippe ces sphères rétractives, Aristote arrive au nombre de cinquante-cinq.

IV. — LA DUALITÉ DU MONDE ET LES RELIGIONS DE SALUT

La découverte de Pythagore, la théorie des sphères homocentriques d'Eudoxe et de Calippe réalisaient un progrès immense sur l'astronomie, purement descriptive et numérique, des Babyloniens, en ramenant l'explication du mouvement des astres à un simple problème de géométrie. Bientôt Hipparque allait forger l'instrument mathématique adéquat à sa solution : la trigonométrie. Et, cependant, ce progrès prodigieux réalisé par les astronomes grecs allait entraîner une régression considérable dans l'image du monde que se faisaient les physiciens.

Ceux-ci assimilaient les astres à des météores et les engageaient dans le cycle sans fin des naissances et des destructions. Ils soumettaient la « figure de ce monde qui passe » à un mobilisme universel, n'accordant de permanence qu'au perpétuel devenir. « Tout s'écoule » proclamait le pleureur d'Ephèse, Héraclite, et Cratyle, son disciple, déclarait que le monde est affligé d'un incessant rhume de cerveau. Dans le flux de ce monde mouvant, voilà que les astronomes introduisent la structure géométrique rigide de sphères homocentriques animées de mouvements uniformes. Ils décomposent ainsi le Cosmos en deux régions bien distinctes : le ciel et la terre; le ciel, lieu des révolutions sidérales où tout est ordonné et éternel, et le monde sublunaire, compris dans la concavité de l'orbe de la Lune, où tout est soumis au devenir et à la corruption.

Les phénomènes terrestres et les phénomènes célestes obéissaient aux mêmes lois, suivant les Milésiens, Héraclite et les Abdérites. Désormais, il n'en sera plus ainsi. Laissez échapper un corps de votre main : il tombe suivant la verticale d'un mouvement accéléré ou ascensionne en ligne droite, s'il est plus léger que l'air. Le mouvement naturel des corps sublunaires, conclut Aristote, est un mouvement rectiligne accéléré, au lieu que le mouvement spontané des corps célestes

est un mouvement circulaire uniforme. Il y a donc deux mécaniques distinctes : la mécanique céleste assujettie au principe des Pythagoriciens et la mécanique terrestre. Il faudra la prodigieuse découverte de Kepler et le plan incliné de Galilée pour faire descendre, au xvii^e siècle, la mécanique du ciel sur la terre.

Ces deux régions du monde, soumises à des lois différentes, doivent nécessairement être composées d'une essence distincte : alors que les quatre éléments et leurs combinaisons rendent compte de tous les mixtes sublunaires, les corps célestes sont constitués d'une quintessence, l'éther. La thèse de l'unité substantielle du Monde, cède le pas à l'affirmation de sa dualité radicale. Anaxagore enseignait que la Lune est un astre semblable à la Terre par son relief et vraisemblablement habité. Le dogme de l'incorruptibilité et de la simplicité des astres empêchera désormais une assimilation aussi téméraire. Il en sera ainsi jusqu'au jour où Galilée découvrira, au bout de sa lunette astronomique, des taches dans le Soleil, au grand scandale des Péripatéticiens qui s'exclameront qu'un corps incorruptible ne peut souffrir pareilles tares.

Enfin, les deux régions du Monde sont affectées de valeur religieuse différente. Comment douter que les astres ne soient doués d'intelligence, ainsi que l'enseigne Platon, ou guidés dans leur course par des intelligences rectrices, les moteurs immobiles d'Aristote? En effet, « ce qui est terrestre, déclare Platon, se meut sans ordre fixe, au lieu que les êtres formés de feu sont mûs dans un ordre immuable. Or, ce qui se meut sans ordre doit être considéré comme privé d'intelligence : c'est ce qui se constate la plupart du temps pour ce qui vit autour de nous; au contraire, nous devons grandement présumer que ce qui se meut au sein du ciel en est pourvu. Que les astres aient, en effet, un esprit pensant, c'est ce que les hommes devraient conclure de l'ensemble des mouvements célestes; car cet ensemble de mouvements se produit toujours de même et cela depuis une durée immémoriale. » Ainsi les astres ou les moteurs qui les gouvernent sont des êtres doués de raison, et, comme ils sont, en outre, incorruptibles et éternels, il n'y a plus qu'à conclure que ce sont des dieux. « Il nous faut à leur sujet, écrit Platon, choisir entre ces deux

affirmations : ou bien nous devons formellement déclarer que ce sont des dieux; ou bien nous devons les regarder comme des images et des statues des dieux, faites par les dieux eux-mêmes. » Platon et Aristote se rangeront à la première alternative : les intelligences unies aux corps des astres sont des auriges divins. L'astronomie véritable qui pénètre les causes, l'astronomie géométrique, s'achève en théologie.

Ainsi se ferme la chaîne des spéculations humaines, tout comme le diagramme du serpent égyptien qui se mord la queue. L'astrologie avait conduit les Chaldéens à élaborer une astronomie numérique; les Grecs, trouvant dans l'astronomie géométrique la solution des problèmes que pose l'astronomie d'observation, aboutissent à une théologie astrale, qui servira, comme nous allons le voir, à justifier en retour l'astrologie.

La doctrine de la dualité du monde allait servir aux Pythagoriciens à justifier la croyance orphique en la dualité de l'âme et du corps et en l'immortalité de l'âme.

Les Orphiques enseignaient que la nature de l'homme est double, étant composée d'une âme immortelle et d'un corps périssable, prison passagère de l'âme ici-bas; mais, de ce dualisme, ils ne donnaient aucune justification rationnelle. Ils le dérivèrent du mythe de Dionysos-Zagreus. Dionysos, fils de Zeus, auquel son père avait dévolu l'empire du monde, aurait été dévoré par les Titans; le maître de l'Olympe irrité avait foudroyé les meurtriers, de la cendre desquels l'humanité était issue. Les humains de ce fait avaient une double hérédité : l'élément titanesque en eux, c'est le corps et la partie irrationnelle de l'âme; l'élément dionysiaque, absorbé par les Titans, c'est la partie rationnelle et divine de leur âme; et l'asservissement passager de l'âme incorruptible au corps mortel s'explique par la nécessité pour l'humanité d'expié le crime de ses premiers parents.

Cette explication n'était guère recevable pour des esprits critiques, comme ceux des Grecs du ^ve siècle. A l'explication mythique des Orphiques, les Pythagoriciens substituèrent une justification physique tirée de la structure du monde. Double est la nature humaine, parce que double est le Cosmos et que

l'homme est une image réduite de l'Univers, un microcosme. Son âme est tirée des feux divins qui brillent dans le firmament; et, quand elle sera suffisamment purifiée, affranchie enfin du cycle infernal des métempsychoses, elle retournera dans sa patrie d'origine, dans la région céleste du Monde, reprendre place parmi le chœur bienheureux des étoiles. Le corps, composé du mélange des quatre éléments sublunaires, est destiné à se résorber en eux par corruption.

Cette explication physique du dualisme humain, les philosophes et le plus grand d'entre eux, Platon, la justifiaient en partant de l'Astronomie des Pythagoriciens. Pourquoi les astres sont-ils divins? Parce qu'ils se meuvent régulièrement : « Les hommes devraient, dit Platon, considérer comme signe de l'intelligence qui anime les astres la constance avec laquelle s'exécutent leurs mouvements ». Pourquoi l'âme humaine est-elle apparentée aux astres? Parce qu'elle est, comme eux, animée d'un constant mouvement de rotation, ce que l'on démontrait ainsi. L'âme est principe de mouvement pour le corps qu'elle anime. Or, ce qui est principe de mouvement, a le mouvement en soi et ne peut le perdre sans démentir son essence. L'âme est donc toujours en mouvement. Comme il n'y a pour les Anciens de mouvement perpétuel que le mouvement circulaire, l'âme se meut toujours d'un mouvement de rotation uniforme comme les astres. C'est ce qu'exprime un fragment, conservé par Aristote, d'Alcméon de Crotona, qui fut, à la fin du VI^e siècle, le concitoyen et l'ami de Pythagore en Grande Grèce : « L'âme est immortelle, parce qu'elle est semblable aux êtres immortels; et cette ressemblance lui échoit en tant qu'elle est sans cesse en mouvement : en effet, tous les êtres divins, la Lune, le Soleil, les Astres, le Ciel tout entier se meuvent d'un mouvement continu qui dure toujours »

Ainsi, à une époque où le génie hébreu n'avait trouvé aucune solution du problème d'outre-tombe, les Pythagoriciens justifiaient par leur astronomie la croyance orphique en la dualité du composé humain et enseignaient l'immortalité stellaire réservée aux justes parmi les mortels. Cette doctrine nouvelle supplanta très rapidement dans le monde grec l'antique conception homérique qui localisait la vie des ombres vaines dans les entrailles de la terre. Elle était suffisamment populaire

pour inspirer l'inscription funéraire gravée sur le tombeau, au Céramique d'Athènes, des cent cinquante guerriers tombés à Potidée en 432 : « L'éther a reçu leurs âmes et la terre leurs corps ». On la retrouve, toujours au v^e siècle, chez les comiques, Epicharme à Syracuse et Aristophane à Athènes, et dans les tragédies d'Euripide. C'est ainsi que les hommes ont cru à la dualité essentielle de l'âme et du corps, parce qu'ils ont cru à la dualité substantielle du Cosmos.

Le monde bipartite de Platon et d'Aristote fut également un cadre merveilleusement préparé pour accueillir la vision religieuse et l'eschatologie des mystères orientaux : Gnosticisme, Mithracisme, cultes syriens, Astrolâtrie orientale, Manichéisme, qui, après la conquête d'Alexandre, déferlèrent en vagues d'assaut successives sur le monde méditerranéen.

Ces religions reposent sur un dualisme radical. L'Univers est le théâtre d'un drame cosmique où se trouve engagée la destinée humaine. Ce drame aux mille péripéties est constitué le plus souvent par le conflit d'influence de deux principes : le Bien et le Mal, Ormuzd avec ses milices célestes et Ahriman entouré de ses cohortes infernales. Le monde céleste est l'empire du premier, le monde sublunaire, soumis à la nécessité, à la corruption et à la mort, est le domaine maléfique du second. La tragédie humaine tient à ce que nous sommes à l'intersection de ces deux mondes : au monde d'en haut, nous sommes apparentés par notre âme, qui est une étincelle ravie aux feux célestes; au monde inférieur des ténèbres, de la fatalité et du mal, nous appartenons par notre corps. Le salut consiste dès lors à nous détacher des liens du monde sensible, à nous évader de notre prison charnelle pour assurer, par les rites purificateurs, par l'ascèse, par la gnose et l'extase, le retour de notre âme à sa patrie originelle. A ceux qui ont réussi cette sublime inversion, une immortalité stellaire est réservée, dont le *Songe de Scipion* déroule l'hallucinante féerie.

Parfois les mêmes idées prennent une tournure plus philosophique. Les néo-pythagoriciens, les néo-platoniciens, les livres hermétiques opposent à leur Dieu transcendant la Matière, conçue comme la source du mal. Celui-ci est moins une imperfection positive qu'une privation inévitable qui

résulte, d'une part, de l'impossibilité métaphysique pour la créature d'être aussi parfaite que son créateur; d'autre part, de la bonté de l'Être suprême qui veut, en sa surabondance, que toute l'échelle des êtres soit réalisée, depuis ceux qui en sont le miroir le plus fidèle par leurs perfections jusqu'à cette sorte de non-être qu'est la matière indéterminée.

Le Christianisme tient le milieu entre ces deux conceptions. Il n'admet qu'un Dieu unique, mais au principe du mal correspondent les anges déchus et la matière souillée par la tare originelle, que seul a pu laver, par un acte divin de compensation, le sacrifice du Rédempteur. Les astres ne sont plus des dieux, mais ils sont habités par des démons si leur influence est pernicieuse, ou guidés dans leur carrière céleste par des anges de lumière qui remplacent, chez les Arabes et chez les Scolastiques d'Occident, les moteurs immobiles d'Aristote. Christianisant le *Songe de Scipion*, Dante Alighieri domicilie, dans les sept cieus des orbes planétaires, les bienheureux qui ont pratiqué les vertus propres à chacun des sept astres errants. De l'antique croyance à l'immortalité stellaire, maintes croyances populaires ont subsisté. Les paysans bretons croient que la Voix Lactée, le chemin de Saint-Jacques, est la route suivie par les âmes des défunts en se rendant au ciel.

V. — LA DUALITÉ DU MONDE ET LE FATALISME ASTRAL

Les physiciens et les premiers astronomes grecs furent indemnes de toute superstition astrologique. Ils rédigèrent des traités appelés *parapegmes* où sont indiquées les prévisions à tirer de l'aspect du ciel : mais leurs pronostics sont purement météorologiques. Toutefois, avec le triomphe de la théorie dualiste de l'Univers, le problème des rapports du monde sublunaire et du monde céleste se posa. Il fut résolu par Aristote dans le sens d'une subordination du second au premier : « Ce monde-ci est lié en quelque sorte, et d'une manière nécessaire, aux mouvements locaux du monde supérieur, de manière que toute la puissance qui réside en notre monde sublunaire est gouvernée par ces mouvements. » Il

y avait de quoi justifier, par des raisons d'apparence scientifique, la pseudo-science des Chaldéens.

C'est ce qui ne manqua pas de se produire, peu de temps après l'expédition d'Alexandre, lorsque les doctrines astrologiques des Orientaux envahirent les pays grecs : celles de l'Égypte avec l'ouvrage de Manéthon, celles des Chaldéens avec celui de Bérose. Aux alentours de 150 avant J.-C., furent composés en grec les traités apocryphes, attribués au fabuleux roi Néchepso et à son confident le prêtre Pétosiris, qui devinrent, suivant le mot de Franz Cumont, les « Livres Saints de la foi grandissante en la puissance des étoiles ». A l'époque des Séleucides, Posidonius d'Apamée, grand astrologue autant que philosophe, comme le définit saint Augustin, incorpora les dogmes de l'astrologie à la physique stoïcienne, dernier prolongement, par l'intermédiaire d'Héraclite, de celle des Milésiens. Dès lors, le fatalisme astral, justifié par les philosophes et les astronomes, envahit l'empire romain. En 138 avant notre ère, le Sénat dut expulser les astrologues de Rome. Ils y revinrent plus nombreux sous Auguste où l'on vit les parvenus se servir d'eux pour se faire légitimer. C'est l'époque à laquelle Manilius dédie à Tibère ses *Astronomiques* où l'on a voulu voir l'expression de la religion officielle du temps. Dès lors, et en dépit des attaques des Pères de l'Église, l'astrologie ne cessa d'être en faveur jusqu'à la révolution copernicienne. Kepler, réduit pour vivre à devenir l'astrologue de Wallenstein, après en avoir ruiné définitivement les bases, ne fut pas ingrat à ce point de ne pas entreprendre dignement son oraison funèbre : « Les philosophes ne devraient pas blâmer avec tant d'amertume la fille de l'astronomie : c'est cette fille qui entretient sa mère. Combien, en effet, serait petit le nombre des savants qui se dévoueraient à l'astronomie, si les hommes n'avaient pas espéré lire l'avenir dans les étoiles! »

Le fatalisme astral, né du mariage de l'astronomie géométrique des Grecs et de l'astrologie chaldéenne, provoqua des réactions très différentes suivant la qualité des âmes qui l'accueillirent. Les sages stoïciens, assimilant la Raison universelle, la Providence et la Fatalité, y virent un motif d'adhérer joyeusement à l'ordre du Monde. Sénèque, qui croit que

l'heure de notre naissance détermine tout le cours de notre existence, en tire une raison de consolation pour Marcia. « L'homme, écrit Marc-Aurèle, doit recevoir les infirmités et les deuils comme un malade les prescriptions d'Esculape. Il accueille avec joie tout événement qui se présente, fût-il pénible, parce qu'il sait qu'il contribue à la santé du monde; car cette santé, c'est la réalisation des desseins de Zeus, qui est identique au Destin. » Et cet abandon passionné à l'ordre voulu par la Fatalité, parce qu'il est aussi le meilleur des ordres possibles, suscita dans les âmes antiques des accents aussi beaux que les élans de la dévotion chrétienne, tel l'acte de renoncement du philosophe Démétrius rapporté par Sénèque dans son *De Providentia*.

Il en allait autrement pour les foules déshéritées qui ne puisaient pas dans la compréhension de la nécessité des choses un soulagement suffisant à leurs maux, de même que pour tous ceux qui, loin de partager l'optimisme des Stoïciens, voyaient dans la figure de ce monde qui passe le conflit dramatique, à l'issue incertaine, de la lutte du Bien avec le Mal. Comme l'esprit humain n'est jamais à court d'accommodements, les religions de salut offrirent à leurs fidèles le moyen d'échapper au fatalisme astral, lequel, logiquement, aurait dû signifier leur propre disparition.

Dès le III^e siècle avant notre ère, Alexandre d'Aphrodisias, le commentateur d'Aristote, soulignait en ces termes l'illorgisme de ses contemporains : « Les mêmes qui, dans leurs discours, soutiennent éperdument que la Fatalité est inévitable et rapportent tout à elle semblent perdre confiance en son empire dans leur conduite. Car ils invoquent la Fortune, reconnaissant ainsi qu'elle a une action indépendante de la Fatalité. Ou encore ils ne cessent de prier les dieux, comme s'ils pouvaient contrarier en leur faveur le cours du Destin; et ils n'hésitent pas à recourir aux présages, comme s'il était loisible, en le connaissant d'avance, de se garder de quelque événement fatal. Les raisonnements qu'ils imaginent pour mettre d'accord leurs principes et leur conduite sont de pitoyables sophismes. »

Certains philosophes admettaient que la Divinité suprême, siégeant hors des limites du monde sidéral, n'est point sou-

mise à l'empire du Destin, non plus que la partie divine de l'âme humaine qui, en maîtrisant les passions du corps, pouvait dès cette vie s'affranchir du pouvoir de la Fatalité. Tel était le cas des religions qui admettaient un Dieu transcendant et une créature douée, à son image, de libre arbitre. « Nous sommes supérieurs à la Fatalité, écrit Tatién; au lieu des démons des planètes errantes nous avons appris à connaître le seul vrai maître qui n'erre point, et, n'étant pas conduits par le Destin, nous refusons d'écouter ses législateurs. » Les mystères orientaux s'accordaient à dénoncer le fatalisme astral comme Néfaste. Au gré du Mazdéisme, de certaines sectes gnostiques, du Mithracisme, les planètes étaient des démons pernicious ou des créations de l'esprit du mal. Mais, à côté du péril qu'elles dénonçaient, les religions de mystères offraient le remède efficace. Sachant les voies secrètes par lesquelles l'homme était entré dans le cycle infernal de ce bas monde, elles connaissaient l'itinéraire mystique de sa délivrance. Tantôt les initiés s'adressaient à des divinités plus fortes que les démons planétaires, telle Isis, qui aplanit les tempêtes de la Fortune et arrête les détours nuisibles des planètes; tel Mithra auquel s'identifiait le myste par le baptême sanglant du taurobole, souffrant sa passion et ressuscitant en gloire, avec lui, pour l'éternité, *renatus in aeternum*. D'autres recouraient aux pratiques magiques de la théurgie pour fléchir la volonté maléfique des astres. Les *Oracles Chaldéens* enseignaient que les âmes des mystes surmontent le Destin, « car les théurges ne sont pas entraînés dans le troupeau fatal. »

Ce que fut l'empire de ces croyances sur les esprits, quelle régression elles provoquèrent dans les idées, un fait significatif nous l'atteste. Proclus, le dernier scolarque de l'École d'Athènes, qui fut le Thomas d'Aquin du néo-platonisme et le hiérophante de toutes les divinités de la Grèce et de l'Orient, déclarait vouloir anéantir tous les livres, sauf le *Timée*, où s'esquisse pour la première fois la théorie des sphères homocentriques, et les *Oracles chaldéens*, où le fatalisme astral aboutit, par réaction pour s'y soustraire, aux recettes magiques de la théurgie. Ainsi l'astronomie géométrique des Hellènes, création merveilleuse de la raison pure, conduisait, en justi-

fiant l'astrologie à son insu, à encourager la floraison équivoque des plus basses superstitions.

VI. — LES TRIBULATIONS DE L'ASTRONOMIE GÉOMÉTRIQUE
DES GRECS ET LA GENÈSE DU SYSTÈME DE COPERNIC

La théorie des sphères homocentriques reposait sur quatre postulats que nous pouvons appeler les postulats pythagoriciens : 1^o les astres décrivent des orbites circulaires; 2^o ils les décrivent avec des vitesses uniformes; 3^o ces orbites ont pour centre commun le centre de la Terre; 4^o la Terre est immobile au centre du Monde.

Nous allons voir comment progressivement les astronomes furent conduits à abandonner un à un ces postulats pour mettre les agencements de mécanismes qu'ils imaginaient d'accord avec les données de l'observation.

Si les planètes sont enchassées dans des sphères solides concentriques à la Terre, il leur est interdit de s'en approcher plus ou moins : or, l'observation révèle que le diamètre apparent et l'éclat d'une planète peuvent varier d'une période à l'autre. Pour rendre compte de ces variations périodiques, Héraclide du Pont imagina de faire circuler Vénus et Mars autour du Soleil, c'est-à-dire de faire circuler les deux planètes inférieures *autour d'un centre qui n'est pas nécessairement celui du Monde*. C'était abandonner le troisième postulat des Pythagoriciens et proclamer un principe nouveau que généralisa Apollonius de Perge, au troisième siècle. En faisant circuler une planète sur un cercle appelé *épicycle*, dont le centre décrit lui-même un cercle concentrique au Monde appelé *déférent*, on expliquait toutes les irrégularités de son cours. On rendait compte, ainsi, de la variation de sa distance et de la variation de sa vitesse angulaire par rapport à la Terre.

Vers la même époque, les dernières écoles pythagoriciennes d'Italie proposèrent, pour expliquer les anomalies de la marche annuelle du Soleil, de le faire circuler sur un cercle appelé *excentrique*, dont le centre n'était pas celui de la Terre. Les astronomes de l'École d'Alexandrie se virent donc en présence de deux hypothèses, celles des épicycles et celle

des excentriques, dont Hipparque ne tarda pas à montrer l'équivalence. Il établit que, si l'on peut sauver l'anomalie apparente de la marche solaire en faisant décrire au Soleil un cercle excentrique à la Terre, on pouvait tout aussi bien la sauver en faisant décrire à cet astre un épicycle dont le centre parcourût un cercle concentrique à la Terre. Pour la première fois, on se trouvait en présence de deux théories, apparemment fort différentes, qui étaient également propres à bien sauver les apparences. Ce résultat insinua dans la pensée des astronomes que leurs hypothèses explicatives pouvaient bien n'être que des fictions mathématiques, sans consistance physique, c'est-à-dire sans que les agencements de mouvements et les équipages de cercles imaginés par eux correspondissent aux mécanismes réels du mouvement des astres.

A peine élaborée, la théorie des excentriques et des épicycles dut être compliquée par l'abandon du second principe des Pythagoriciens. En son livre appelé l'*Almageste*, où il codifia toutes les données astronomiques connues de son temps, au cours de la première moitié du second siècle de notre ère, Ptolémée introduisit cette grave innovation : le centre de l'épicycle peut ne pas marcher avec une vitesse constante sur la circonférence du déférent, celui-ci pouvant être lui-même un excentrique mobile autour de la Terre. Il imagina, de plus, que le plan de l'épicycle peut être incliné sur celui de l'excentrique et que l'inclinaison varie, tandis que le centre de l'épicycle parcourt l'excentrique. Bref, en ses combinaisons cinématiques, il dut abandonner le dogme de l'uniformité des mouvements célestes pour ne plus sauvegarder que celui de leur circularité.

L'astronomie de Ptolémée cessait d'être d'accord avec la physique d'Aristote : elle n'était pas parvenue à sauver les mouvements apparents des astres par des rotations uniformes de sphères homocentriques à la Terre. Ptolémée s'en excuse dans son immortel ouvrage : « Chacun doit s'efforcer de faire concorder le mieux qu'il peut les hypothèses les plus simples avec les mouvements célestes; mais si cela ne réussit point, il doit adopter celles des hypothèses qui s'adaptent le mieux aux faits. » Les siennes propres, il ne semble pas qu'il les ait consi-

dérées autrement que comme des fictions géométriques commodes. Ce serait folie que de vouloir les réaliser et prendre ces équipages de cercles pour l'image fidèle des liaisons des mouvements célestes. Il s'en justifie à l'aide d'un agnosticisme prudent : l'intelligence débile de l'homme, qui habite le monde sublunaire, n'est pas apte à comprendre les phénomènes qui ont leur siège dans le monde céleste. « Il ne convient pas de comparer les choses humaines aux choses divines; il ne faut pas fonder notre confiance touchant des objets si haut placés, en nous appuyant sur des exemples tirés de ce qui en diffère le plus. Y a-t-il rien, en effet, qui diffère plus des êtres immuables, que des êtres perpétuellement changeants; des êtres qui sont soumis à la contrainte de l'Univers entier, que les êtres affranchis de cette même contrainte qu'ils exercent? » Proclus développera la même doctrine : l'intelligence divine seule peut pénétrer les choses dont notre faiblesse propose des images inadéquates; et elle sera reprise, au XII^e siècle, par Moïse Maïmonide dans son *Guide des Égarés*.

La théorie de la dualité du monde aboutissait à soutenir la relativité de la valeur de la connaissance humaine suivant son objet : des choses sublunaires nous pouvons avoir une connaissance adéquate; des choses divines nous pouvons seulement proposer une figuration hypothétique.

Parvenue au degré de perfection où Ptolémée l'avait portée, l'astronomie des Grecs rendait compte, à moins d'une minute près, de toutes les tables d'observations. Mais elle avait acquis cette perfection au prix d'une telle complication qu'on devait inévitablement s'évertuer à la simplifier.

Déjà, bien avant Eudoxe, deux pythagoriciens avaient expliqué le mouvement diurne des corps célestes par la rotation de la Terre autour de l'axe du Monde. Un contemporain d'Aristote, Héraclide du Pont, surnommé le *Paradoxologue*, reprit cette assertion qu'il combina avec cette autre : Vénus et Mercure circulent autour du Soleil. On ne saurait dire s'il généralisa cette hypothèse en l'étendant aux autres planètes et à la terre elle-même; mais, peu après lui, vers 280, un demi-siècle après la mort d'Aristote, Aristarque de Samos soutint l'hypothèse héliocentrique. Plaçant le soleil au centre de la sphère des étoiles fixes, il fit décrire à la Terre, d'un mouve-

ment annuel, un cercle concentrique au Soleil. Cette intuition géniale était trop tôt venue en son temps. Elle heurtait les dogmes physiques des Péripatéticiens et des Stoïciens. On cria au scandale. « De l'avis de Cléanthe, écrit Plutarque, Aristarque aurait dû être accusé (devant les Grecs) de profanation sacrilège, pour avoir déplacé le foyer du Monde; cet homme aurait tenté, en effet, de sauver les apparences en faisant l'hypothèse que le Ciel demeure immobile et que la Terre parcourt l'ecliptique, en même temps qu'elle tourne autour de son axe propre. » Le système d'Aristarque de Samos allait en l'encontre du dogme de la divinité des astres qu'avaient imposé l'astronomie géométrique des Pythagoriciens et les préjugés astrologiques des Chaldéens. Il se heurtait au verdict inflexible de la physique d'Aristote et de la théologie sidérale qui fut la forme la plus élevée et la dernière du paganisme antique. Repris par Séleucus de Séleucie, il fut définitivement abandonné jusqu'à Copernic.

Au moyen âge, la lutte fut âpre, tant chez les penseurs de l'Islam que chez les scolastiques d'Occident, entre les partisans de Ptolémée et ceux du système des sphères homocentriques. Aux premiers, les seconds faisaient grief de bien sauver les apparences, mais en partant d'hypothèses que la saine physique désavouait; les premiers combattaient les seconds, leur reprochant d'être bien d'accord avec Aristote, mais non avec les données de l'observation. Au début du xvi^e siècle, Battista Amici et Frascator essayaient de remettre en vigueur les sphères homocentriques en portant leur nombre à soixante-dix-neuf, cependant que, de l'autre côté, épicycles et excentriques s'enchevêtraient dans un réseau de plus en plus inextricable.

En proie aux perplexités que faisaient naître dans son esprit « les contradictions des mathématiciens », Copernic, alors chanoine de Frauenbourg et humaniste distingué, s'avisait de rassembler tout ce que les Anciens avaient écrit au sujet des mouvements des astres, afin de voir, écrit-il dans la dédicace au pape Paul III de ses *Révolutions célestes* publiées en 1543, « si l'un ou l'autre n'aurait point attribué aux corps célestes d'autres mouvements que ceux admis dans les écoles par les mathématiciens ». C'est ainsi qu'il apprit de

Cicéron et de Plutarque que plusieurs auteurs avaient admis la rotation de la terre autour de son axe, et d'autres, tels Philolaos et Aristarque de Samos, qu'elle est animée aussi d'un mouvement de révolution. « Ces passages m'engagèrent à songer moi aussi à un mouvement possible de la Terre; et, bien que cette opinion parût absurde, je crus que, d'autres ayant pris avant moi la liberté d'imaginer autant de cercles qu'il était nécessaire pour expliquer les phénomènes célestes, il me serait bien permis d'essayer si, en admettant un mouvement de la Terre, je ne trouverais point pour la marche des corps célestes des explications plus justes que les leurs. »

Les hypothèses de Copernic furent, à part cela, aussi conservatrices que possible. Le monde est sphérique, le mouvement des corps célestes est uniforme, circulaire ou composé de mouvements circulaires. Le mouvement de rotation de la Terre explique le mouvement diurne des étoiles; sa révolution annuelle autour du Soleil explique sans peine l'inégalité des mouvements planétaires qui donne naissance aux stations et aux rétrogradations. Mais, pour expliquer les variations périodiques du diamètre apparent des planètes, il lui fallut pourvoir chaque système planétaire d'excentriques et d'épicycles : pour la Lune, il convient d'employer deux épicycles superposés et il faut un équipage de sept cercles pour Mercure, de cinq pour Vénus. Bref, au point de vue mathématique, l'hypothèse héliocentrique permit de simplifier le système des excentriques et des épicycles de Ptolémée, en économisant tous les agencements de cercles nécessaires pour compenser la liaison de chaque planète avec le Soleil.

Le système copernicien pouvait se donner comme une simple fiction mathématique. Il pouvait se présenter, au contraire, comme l'expression même de la réalité. En assimilant la Terre à une planète, il laissait supposer que les autres planètes sont de même nature qu'elle, ce qui conduit à rejeter la dualité du monde. Mais, pour ce faire, il fallait établir que la mécanique céleste est identique à la mécanique terrestre, que les lois de la dynamique s'appliquent à tout l'Univers. C'est ce qu'allaient réaliser, pour la plus grande gloire de l'esprit humain, Kepler et Galilée.

VII. — LE RÈGNE DE L'ELLIPSE ET LA MÉCANIQUE
CÉLESTE

Copernic, en dépit des apparences, était conservateur. Tycho-Brahé le fut plus encore. « L'hypothèse de Copernic est fort ingénieuse, écrit-il, mais elle n'est pas conforme à la réalité. Nous laisserons donc la Terre immobile au centre du monde, et nous ferons tourner le Soleil autour d'elle, car on ne saurait attribuer à une masse inerte, opaque et terreuse comme la terre, un triple mouvement (rotation, révolution et précession) contre toute vérité physique et contre le témoignage exprès des écritures ». Tycho-Brahé se contenta de reprendre, en le généralisant, le système d'Héraclide du Pont : toutes les planètes gravitent autour du Soleil, qui tourne lui-même autour de la terre. Et, cependant, cet astronome prudent allait, à son insu, être l'instigateur de la plus prodigieuse des révolutions.

Son histoire procède de la légende. Dans son île du Sund, concédée par la faveur princière du roi de Danemark, où il exerce la tyrannie de son impérieux caractère, ce grand seigneur danois, entouré de calculateurs et d'instruments gigantesques construits tout exprès, fait figure d'un astrologue fabuleux d'une comédie de Shakespeare. Pendant quinze ans, en son château d'Uranibourg, il observa le ciel avec une constance inlassable pour ravir aux astres errants l'énigme de leurs caprices. Il consigna ses résultats dans une nouvelle table des planètes, les *Tabulae Rudolphinae*, dont, par un extravagant et merveilleux hasard, allait hériter le fils chétif d'un soldat que la guerre avait épargné et qui se fit aubergiste.

Jean Kepler ne dut qu'à sa petite santé, qui l'appropriait mal à un métier manuel, d'entrer au séminaire, où il fut reçu gratuitement, puis d'aller à l'Université de Tubingue, où il étudia la théologie protestante, les mathématiques et l'astronomie. Professeur au gymnase de Gratz, il fut banni au bout de six ans de Styrie pour cause de religion. Tycho-Brahé, qui avait lu son premier ouvrage, l'appela auprès de lui à Prague où, après avoir perdu la faveur du roi de Danemark, il jouissait maintenant de celle, plus magnifique encore,

de l'empereur Rodolphe II. La collaboration fut orageuse et elle n'eût certes point duré, si Tycho-Brahé n'avait eu l'esprit de mourir un an après, en 1602, léguant à Kepler les manuscrits de ses observations, en particulier de celles qu'il avait faites sur la planète Mars.

Se plaçant dans l'hypothèse de Tycho-Brahé, qui supposait les planètes circulant autour du Soleil, mobile lui-même autour de la Terre, Kepler attribua à Mars une orbite circulaire centrée sur le Soleil. Il calcula les positions de la planète dans ce système et trouva avec celles observées par Tycho-Brahé des écarts atteignant huit minutes d'arc. Ces erreurs dépassaient les erreurs possibles, car « la bonté divine nous a donné en Tycho-Brahé un observateur si exact, que cette erreur de huit minutes est impossible ». Il fallait donc modifier l'hypothèse dont on était parti. « Ces huit minutes, qu'il n'est pas permis de négliger, vont nous donner le moyen de réformer toute l'astronomie. »

Serait-ce que l'orbite est un excentrique? Il n'y a qu'à résoudre le problème d'Hipparque : les écarts subsistent. Déterminant alors la distance maximum $S A$ de Mars au Soleil, puis sa distance minima $S P$, Kepler suppose que l'orbite inconnue est symétrique par rapport à la droite $P A$. Il calcule les longueurs $S A$, $S P$, puis l'excentricité et enfin les rayons vecteurs pour des positions quelconques de la planète. Il découvre alors, après bien des tâtonnements, que les écarts disparaissent si l'orbite de Mars est une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers. Il vérifie, toujours d'après les Tables de Tycho-Brahé, que cette loi régit toutes les autres planètes. Au règne du cercle, il substitue définitivement le règne de l'ellipse, et, avec lui, tombe le dernier dogme pythagoricien. Il découvre, bientôt après, les deux autres lois qui portent son nom. Au lieu de l'équipage compliqué des cercles nécessaires à chaque planète dans le système héliocentrique, déjà fort simplifié, de Copernic, deux relations communes à toutes les planètes suffisent pour déterminer leurs vitesses en fonction de leurs rayons vecteurs et les rapports de leurs distances. Il expose ses deux premières lois dans le *De Stella Martis* en 1609 et la troisième, pour la première fois, dans son *Abrégé d'astronomie copernicienne* (1618).

La substitution d'une courbe à une autre allait changer le système du Monde et ramener la théorie dualiste des astronomes-géomètres de la Grèce à la théorie moniste des physiciens d'Ionie.

Un mouvement elliptique n'est pas un mouvement simple : il se laisse décomposer en une attraction vers un centre et en une translation rectiligne uniforme. Les planètes ne décrivent pas naturellement des mouvements circulaires, mais des mouvements rectilignes uniformes conformément au principe d'inertie que Galilée découvre comme cas limite de ses expériences sur le plan incliné. Si elles sont déviées de leur route, c'est qu'une force centrale, analogue à la pesanteur, les attire vers le Soleil. Autrement dit, la trajectoire elliptique des planètes est la résultante de deux mouvements composant, l'un régi par le principe d'inertie, l'autre par la loi de la chute des graves découverte par Galilée. La trajectoire des planètes ne s'explique pas autrement que celle des projectiles terrestres : elle exprime leur façon de tomber sur le Soleil. La mécanique céleste est donc identique à la mécanique terrestre, et c'est ce que déduiront, de la découverte de Kepler, Galilée et Newton.

Si les planètes décrivent des mouvements complexes, assimilables à ceux des corps terrestres, il n'y a pas lieu de les tenir pour simples et constituées d'une autre essence que les corps sublunaires. Précisément, Galilée découvre, au bout de sa lunette astronomique, les taches du Soleil : celui-ci n'est donc pas cet astre que les Péripatéticiens disaient incorruptible. Il remarque que la Lune, ocellée comme la plume d'un paon, présente des creux et des aspérités : elle est donc semblable à la Terre, comme le soutenait déjà Anaxagore. Son *Messenger des astres* (1610) confie à ses contemporains les étonnantes découvertes qu'il a faites, au cours de son merveilleux voyage sidéral, à l'aide de son modeste instrument. Il apporte la preuve physique de l'unité matérielle du Monde.

Le système d'Aristarque de Samos s'était heurté à l'opposition de la physique du Lycée et de la théologie astrale du paganisme antique; le système du monde de Kepler et de Galilée essuya les foudres des péripatéticiens et les censures des théologiens. Il fut condamné par l'Église luthérienne et

par l'Église catholique, comme une doctrine fautive en philosophie, erronée dans la foi et formellement hérétique. Mais il avait pour lui l'avenir. « Que dis-tu des philosophes d'ici, écrit Galilée, auxquels j'ai mille fois spontanément offert de montrer mes travaux, et qui, avec l'obstination inerte d'un serpent repu, se refusent à voir planètes, Lune et lunette? Suivant eux, ils faut chercher la vérité, non dans la nature, mais dans la confrontation des textes! Que faire? Je pense, mon Kepler, que nous rirons de l'insigne sottise! »

Le système de Kepler sauvait les apparences comme n'avait jamais su le faire celui de Ptolémée. Il substituait à l'astronomie géométrique des Grecs la mécanique céleste des Modernes. Il mettait définitivement un terme au fatalisme astral et au règne équivoque de l'astrologie. Par delà plus de vingt siècles, il revenait aux dogmes de la physique des Milésiens : à ceux de l'unité du Monde et de l'universalité de ses lois.