

logo not found or type unknown

Title Deux sources arabes de S. Albert le Grand : al-Bitrūjī et al-Battānī / par  
Á. Cortabarría Beitia, o.p.

Contained in MIDÉO : Mélanges de l'Institut dominicain d'études orientales du Caire  
/ Direction : Georges Shehata Anawati, (puis) Régis Morelon, (puis)  
Emilio Platti, (puis) Emmanuel Pisani, (puis) Dennis Halft

Volume 15 (1982)

pages 31-52

URL <https://ideo.diamondrda.org/manifestation/67584>

# DEUX SOURCES DE S. ALBERT LE GRAND: AL-BITRUJI ET AL-BATTANI

par

**A. Cortabarría Beitia, o.p.**

Deux astronomes, choisis, en raison de leur importance, parmi les auteurs arabes cités par S. Albert le Grand, seront l'objet de ce travail, au cours duquel je me référerai, pour les œuvres de S. Albert, à l'édition de A. Borgnet et pour celles des deux auteurs arabes, à des éditions que je signalerai au fur et à mesure.

Mon but, ici, n'est autre que de souligner le grand effort accompli par S. Albert pour intégrer à la culture de son époque toutes les traductions qui paraissaient alors en Europe. Pour ce faire, j'ai adopté le plan suivant: brève présentation de la vie, des œuvres et des théories de chacun de ces deux astronomes, indication des œuvres et des théories de chacun d'eux que S. Albert a connues et des passages qu'il en a cités. J'ajouterai une brève bibliographie pour ceux qui aimeraient en avoir une plus ample connaissance.

## Al-Bitrūji

Al-Bitrūji est né dans le village de Pedroches, près de Cordoue, et était connu, au Moyen Age latin, sous le nom d'*Alpetragius*, nom qui a connu différentes formes, entre autres *Alpatiatius*, qu'on trouve au moins trois fois chez S. Albert. Il est mort en 1204.

Les théories astronomiques d'al-Bitrūji sont parvenues jusqu'à nous dans son *Livre sur les sphères*, qui a été traduit en latin par Michel Scot à Tolède vers 1217, sous le titre de *Opus Alpetragii de motu corporum caelestium* et dont il existe plusieurs manuscrits<sup>1</sup>.

Cette œuvre a été aussi traduite en hébreu par Moïse Ibn Tibbon vers 1259 et cette traduction hébraïque a été traduite à son tour en latin par Qalonymos B. David vers 1528-29. Imprimée à Venise en 1531, elle a paru dans une collection

d'œuvres astronomiques due à Luca-Antonio Giunta. La partie consacrée à al-Bitrūjī y porte le titre de *Alpetragii arabi planetarum theorica, physicis rationibus probata, nuperrime latinis litteris mandata a Carolo Calonymos hebreo napolitano, ubi nititur salvare apparientias absque eccentricis et epicyclis*<sup>2</sup>. Selon Nallino, cette traduction est "barbare"<sup>3</sup>. Dans la *Recherche de la sagesse*, Yahuda b. Salomon ha-Kohen, Juif de Tolède, connu comme Ibn Matqah, cite des extraits d'al-Bitrūjī parmi ceux d'Euclide, Ptolémée et autres auteurs célèbres<sup>4</sup>.

L'importance d'al-Bitrūjī est reconnue encore aujourd'hui. F.J. Carmody<sup>5</sup> a publié la traduction latine de Michel Scot et B.R. Goldstein, celle de Moïse b. Tibbon, à laquelle il a ajouté une traduction anglaise, dans un ouvrage en deux volumes: *Al-Bitrūjī, On the principles of astronomy*, New Haven and London, Yale University Press, 1971<sup>6</sup>.

LA RÉFORME ASTRONOMIQUE PRÉCONISÉE PAR AL-BITRŪJĪ. — Cette réforme est essentiellement dirigée contre les théories de Ptolémée et a pour fondement les idées d'Ibn Ṭufayl, dont on n'a pas une connaissance exacte, parce que ce dernier ne les a jamais formulées par écrit<sup>7</sup>. Tout en reconnaissant sa dépendance à l'égard d'Ibn Ṭufayl, al-Bitrūjī s'attribue personnellement sa réforme et prétend même, au moins pour quelques-uns de ses détails, avoir bénéficié d'une sorte d'inspiration divine<sup>8</sup>.

Il ne faudrait cependant pas croire que la nouvelle théorie n'est que le fruit de l'élaboration, par al-Bitrūjī, des intuitions d'Ibn Ṭufayl. Il faut plutôt la situer dans son contexte historique: la réaction contre l'astronomie de Ptolémée dirigée, dans l'Andalus, par Ibn Bajja, Ibn Ṭufayl, Averroès, outre al-Bitrūjī lui-même. H. Corbin dit à ce propos: "Pendant tout le XII<sup>e</sup> siècle, les philosophes les plus éminents de l'Espagne islamique, Ibn Bajja, Ibn Ṭufayl, Averroès, prirent part à la lutte antiptoléméenne, laquelle finit par produire le système d'al-Bitrūjī (*Alpetragius* des Latins); celui-ci aura jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle ses défenseurs, contre le système de Ptolémée<sup>9</sup>. En terre d'Égypte, un autre Espagnol s'élève lui aussi contre les théories astronomiques de l'auteur de l'*Almageste*: Maïmonide. L. Gautier résume ainsi la situation: "Nous nous trouvons donc en présence d'un mouvement d'idées bien caractérisé, entretenu à travers trois générations en Andalousie (Ibn Baddja, Ibn Thofail, Ibn Rochd) et en Égypte (Maïmonide), par toute une série de réformateurs d'accord entre eux sur un programme nettement défini, au moins dans les grandes lignes". Et plus loin: "Ainsi donc, au XII<sup>e</sup> siècle, en Égypte comme en Andalousie, chez les philosophes juifs comme chez les philosophes musulmans, le reproche qu'on adresse au système de Ptolémée est toujours le même...<sup>10</sup>.

Dans son essence, le système d'al-Bitrūjī consisterait dans le refus de la théorie des excentriques et des épicycles de Ptolémée. Pour al-Bitrūjī, toutes les sphères célestes suivent le mouvement de la première sphère (la neuvième) et participent à son mouvement, mais au fur et à mesure qu'elles s'en éloignent, leur mouvement décroît et cause un retard dans sa circumvolution. Outre le mouvement de l'orient à l'occident, chaque sphère a un mouvement particulier autour de ses propres pôles et suivant le mouvement diurne de la première sphère de l'occident à l'orient. De ces deux mouvements résulte un mouvement en spirale<sup>11</sup>, qui fait dévier les astres vers le nord, ou vers le sud. Pour al-Bitrūjī, cela suffit à expliquer les variations qu'on observe dans le mouvement des astres, sans qu'il faille recourir à la théorie des excentriques et épicycles de Ptolémée<sup>12</sup>.

Faudrait-il voir dans l'idée de la dégradation du mouvement des sphères, à mesure qu'elles s'éloignent de la première, une influence néoplatonicienne à travers le *De causis*?<sup>13</sup>.

LES SOURCES DE L'ASTRONOMIE D'AL-BITRŪJĪ. — Cette question a été abordée par F.J. Carmody dans l'édition du *De motibus celorum* (pp. 22–23). C'est surtout à partir des idées d'Ibn Tofayl et d'Averroès que al-Bitrūjī a formulé sa nouvelle théorie, mais il s'est, de son propre aveu, informé auprès des anciens, surtout Ptolémée, dont il cite fréquemment l'*Almageste*. Certains auteurs ont suggéré qu'il se serait aussi inspiré d'Eudoxe de Cnide (IV s. a.C.), mais B.R. Goldstein rejette cette hypothèse: "The answer, I now think, is that al-Bitrūjī had no knowledge whatever of Eudoxus's homocentric models"<sup>14</sup>. J. Samsó n'adopte cependant pas la position de Goldstein, dans la présentation qu'il fait du livre de ce dernier: "Goldstein afirma la total independència de al-Bitrūjī con respecto a Eudoxo; éste es un problema sobre el que creo valdría la pena reflexionar"<sup>15</sup>. Al-Bitrūjī cite dans son œuvre de nombreux auteurs: Aristote, Abū Ishāq, I. Yaḥya (le célèbre Azarquiel)<sup>16</sup>, Abū M. Jabīr b. Aflak al-Ishīlī, Hipparque, Théon d'Alexandrie, Albategnius, etc., mais c'est surtout à Ptolémée qu'il se réfère, comme c'est lui aussi qu'il critique, lorsqu'il élabore sa nouvelle théorie, dont le but est d'ailleurs de sauver les principes de la physique d'Aristote, dont Ptolémée ne tient pas compte, en ayant recours aux excentriques et aux épicycles pour expliquer le mouvement des astres<sup>17</sup>.

LE SORT DE LA THÉORIE D'AL-BITRŪJĪ. — La théorie d'al-Bitrūjī aura une longue histoire. Opposée au système de Ptolémée, elle inspirera, comme le fait remarquer Duhem, tous les adversaires de l'auteur de l'*Almageste*, jusqu'à l'époque

de Copernic<sup>18</sup>, longue période qu'ont bien retracée deux auteurs, auxquels je me permets de renvoyer le lecteur<sup>19</sup>.

Presque tous les auteurs médiévaux: Lévy b. Gerson, Isaac Israéli, Robert Grosseteste, Roger Bacon, Bernard de Verdun, Guillaume d'Auvergne, Guillaume l'Anglais, Duns Scot, Gilles de Rome, etc., et — naturellement Albert le Grand — se réfèrent d'une façon ou d'une autre aux théories d'al-Bitrūjī.

Les astronomes de l'Université de Paris et ceux d'Italie sont pour Ptolémée plutôt que pour Averroès et al-Bitrūjī, mais celui-ci ne manque pas d'adeptes, parmi lesquels on compte Michel Scot, Guillaume d'Auvergne, Nicolas de Cuse. En outre, certains ouvrages de l'époque sont nettement influencés par son système<sup>20</sup> et son nom continuera à être mentionné, tout au long du Moyen Age, parmi ceux des grands astronomes, tels que Copernic et Regiomontanus<sup>21</sup>.

Les franciscains et les dominicains s'intéressent aussi à l'astronome hispano-arabe, mais les premiers semblent l'avoir étudié plus à fond<sup>22</sup>. Comme le dit Duhem<sup>23</sup>, l'œuvre d'al-Bitrūjī "aura la plus grande influence sur l'astronomie occidentale".

AL-BITRŪJĪ VU PAR S. ALBERT LE GRAND. — Les références de S. Albert à al-Bitrūjī se rapportent toutes au *De astrologia* et sont toujours imprécises, sauf une fois où elles portent la mention: "in principio"<sup>24</sup>.

S. Albert est conscient de la nouveauté que représente la théorie d'al-Bitrūjī<sup>25</sup> et de son opposition aux principes et aux suppositions de Ptolémée. Il connaît aussi les réactions provoquées par ces théories: certains, fidèles aux idées d'Aristote, exprimées dans le *De coelo et mundo*, accueillent l'enseignement de l'astronome, tandis que d'autres, attachés aux doctrines de Ptolémée, le refusent catégoriquement<sup>26</sup>.

S. Albert sait aussi que al-Bitrūjī attribuait à une inspiration divine certains éléments de sa théorie<sup>27</sup>.

Et voici brièvement les idées que S. Albert attribue à al-Bitrūjī.

LE SYSTÈME D'AL-BITRŪJĪ. — La nouveauté de la théorie d'al-Bitrūjī consiste, avant tout, comme on l'a déjà vu, dans le rejet des excentriques et des épicycles, par lesquels Ptolémée a voulu expliquer le mouvement des astres<sup>28</sup>. Selon S. Albert, c'est ainsi que al-Bitrūjī réfute cette théorie. Si on admet l'existence des excentriques et des épicycles, il faut admettre aussi l'existence, entre ceux-ci, d'un corps remplissant le vide, qui ne pourrait pas être rond; or tous les corps

célestes sont ronds<sup>29</sup>. En outre, la théorie de Ptolémée suppose le vide, lequel n'existe pas dans la nature<sup>30</sup>. Enfin tout corps naturel a des surfaces rondes et se meut autour d'un centre. Or, comme tous les corps naturels, le cinquième corps, ou éther, dont se composent les corps célestes, a des surfaces rondes et se meut autour d'un centre; donc la théorie des excentriques et des épicycles est fausse<sup>31</sup>.

Si on objecte que même à l'œil nu il est possible d'observer, dans les orbes inférieurs, un double mouvement, al-Bitrūjī et ses adeptes répondent que chaque sphère a, outre le mouvement général des orbes, un mouvement autour de ses propres pôles<sup>32</sup>.

La première sphère, et après elle toutes les autres, ont un mouvement général de l'orient à l'occident et le mouvement diurne est le seul qui se fait de l'occident à l'orient<sup>33</sup>. Si le mouvement général des sphères se fait apparemment de l'occident à l'orient, explique al-Bitrūjī, c'est parce que toutes les sphères reçoivent leur impulsion d'un même et unique moteur et que cette impulsion diminue d'intensité à mesure que les sphères s'éloignent de lui, ce qui provoque un retard des unes par rapports aux autres. Ceci est la cause de la diversité de mouvements que nous observons dans les sphères et de l'impression que nous avons que leur mouvement général est de l'occident à l'orient, ce qui est faux<sup>34</sup>.

QUELQUES PRINCIPES DE L'ASTRONOMIE D'AL-BITRŪJĪ. — S. Albert n'a pas fait un exposé systématique de l'astronomie d'al-Bitrūjī, mais il en a parlé à plusieurs reprises, ce qui nous permet d'en connaître les principes fondamentaux.

Le premier de ces principes, qu'on pourrait appeler "le principe du premier moteur", est les suivant: toutes les sphères reçoivent leur mouvement d'un premier moteur, qui est au-dessus d'elles physiquement et métaphysiquement<sup>35</sup>. Le deuxième est celui de "la communication du mouvement": le mouvement des sphères qui procède d'un premier moteur ne se communique pas à toutes ces sphères avec la même intensité, car l'impulsion du premier moteur diminue à mesure que les sphères s'en éloignent<sup>36</sup>. Le troisième principe est celui du "retard": l'affaiblissement de l'impulsion du premier moteur provoque un retard dans le temps de la révolution des sphères<sup>37</sup>.

Al-Bitrūjī indique de façon précise les conséquences de ce retard pour chacune des sphères, depuis les étoiles fixes jusqu'à la lune<sup>38</sup>, de même que la position des sphères les unes par rapport aux autres<sup>39</sup>. Ne pouvant pas citer ici tous les textes de S. Albert sur ce sujet, je me contenterai du suivant, pris au XI *Metaphysicorum*: "Tertia autem opinio est ab antiquis derivata, sed nuper per Alpetragium

quemdam Arabem Hispanum renovata. Hic enim omnes sphaeras dicit moveri ab Oriente in Occidentem, et quod omnes moventur motore uno sicut habent motum unum: sed quia virtus illius motoris fortior est in coelo immediato sibi quam in eo quod conjungitur ei per medium, ideo motum circuli perficit in primo coelo spatio viginti quatuor horarum: in secundo autem coelo quod est Saturni, non perficit totam circulationem, sed remanet aliquantulum, et illae remanentis quotidianae simul collectae diminuunt unam circulationem in spatio triginta annorum...<sup>40</sup>.

LES SPHÈRES CÉLESTES DANS L'ASTRONOMIE D'AL-BITRŪJĪ. — Parmi les références de S. Albert à l'œuvre d'al-Bitrūjī, celles qui concernent les sphères célestes occupent une place de choix. Ces textes sont nombreux, mais je n'en parlerai que brièvement et donnerai par ailleurs toutes les références pouvant intéresser le lecteur qui voudrait approfondir la question.

S. Albert connaît le nombre des sphères admises par les anciens: Aristote, Hipparque, Ptolémée, etc.<sup>41</sup> et y ajoute — comme le feront S. Thomas et d'autres (pour des raisons théologiques) une dixième sphère: le ciel empyrée, la demeure des bienheureux<sup>42</sup>.

Dans le II *De coelo et mundo*, il expose l'opinion d'al-Bitrūjī au sujet du nombre des sphères célestes qui, d'après lui, doivent être plus de huit<sup>43</sup>, ce qu'il essaie de prouver par des arguments que S. Albert divise en deux groupes: les uns d'ordre philosophique, qu'il qualifie de "fortiores" et les autres d'ordre physique, "quae non sunt tantae fortitudinis".

Les preuves "fortiores" peuvent se résumer ainsi: ce qui est mû par un premier moteur simple ne peut pas avoir plus d'un mouvement; si donc la sphère des étoiles fixes — considérée jusqu'alors comme première — a trois mouvements, elle ne peut pas être mue directement par le premier moteur et n'est par conséquent pas la première. Il faut par conséquent ajouter à la sphère des étoiles fixes, qui est la huitième, une neuvième sphère. Cet argument, dit S. Albert, a une grande force: "Et haec ratio est fortissima apud quemlibet bene scientem philosophiam"<sup>44</sup>.

Les preuves d'ordre physique se réduisent à ceci. D'abord, dans le genre des corps, ce qui est premier ne peut être ni divers, ni multiforme. Or dans la sphère des étoiles fixes il y a diversité et uniformité, donc cette sphère ne peut pas être première. Ensuite, ce qui participe du premier moteur par un seul mouvement précède ce qui en participe par beaucoup de mouvements. La

sphère des étoiles fixes a plus d'un mouvement, donc elle n'est pas la toute première à participer du premier moteur. De tout cela al-Bitrūjī conclut qu'il y a neuf sphères et que la première de toutes, c'est la neuvième, dont la lumière n'est pas perceptible à cause de sa clarté et de sa simplicité: "Fretus igitur his rationibus, Al-Petradius Abuysac pronunciavit novem esse sphaeras"<sup>45</sup>.

Dans la *Summa de creaturis*, S. Albert recourt plusieurs fois aux arguments d'al-Bitrūjī pour prouver l'existence de la neuvième sphère. Ici je ne ferai que rappeler brièvement le contenu de ces textes.

Le premier se réfère à l'invisibilité, déjà signalée, de la neuvième sphère: "Dicit Anevalpetras (Alpetragius) quod istud nonum coelum est uniforme, plenum lumine, cujus lumen tantae simplicitatis est quod non subijcitur visibus"<sup>46</sup>.

Le deuxième texte expose l'opinion d'al-Bitrūjī sur la nature des étoiles fixes<sup>47</sup>.

Le troisième texte rappelle, une fois de plus, le principe d'al-Bitrūjī selon lequel le mouvement qui provient d'un moteur simple doit être simple et uniforme, d'où il faut conclure que la huitième sphère, celle des étoiles fixes, n'est pas la première<sup>48</sup>.

Le quatrième texte rappelle que la sphère des étoiles fixes a deux mouvements: celui de la sphère droite et celui de la sphère oblique, d'où la nécessité d'une neuvième sphère.

A la suite de ces textes, S. Albert conclut: "Et istae omnes rationes sunt Anevalpetrae ponentis nonum coelum"<sup>49</sup>.

Dans plusieurs textes du livre des *Sentences*, il rappelle quelques idées d'al-Bitrūjī concernant les sphères célestes<sup>50</sup>.

JUGEMENT DES OPINIONS D'AL-BITRŪJĪ. — N'ayant pas fait d'exposé systématique des opinions d'al-Bitrūjī, S. Albert ne porte pas non plus sur elles un jugement d'ensemble et il ne s'y réfère qu'en raison de son principe: "accipiemus igitur ab Antiquis quaecumque bene dicta sunt ab ipsis"<sup>51</sup>. Ces opinions, il en rejette et il en accepte, fondé sur le critère soit de sa philosophie, soit de ses certitudes dans le domaine des sciences de la nature. Pour ce qui est de l'astronomie, il reconnaît — sans être pessimiste — qu'elle ne peut pas atteindre le même niveau de certitude que d'autres sciences, du fait que les choses célestes sont "équivoques" par rapport aux choses du monde inférieur. Elle offre par conséquent des raisons persuasives plutôt que des démonstrations. Il nous invite cependant, en vrai

sage, à nous réjouir de ce que nous avons pu découvrir de cette science, car comme dit Ptolémée dans le *Quadripartii*, il ne faut pas rejeter ce que nous connaissons déjà de la science des cieux, sous prétexte qu'il y a encore beaucoup à en connaître<sup>52</sup>. Ce qui peut nous aider à mieux connaître les choses, c'est de nous rappeler ce qu'en ont dit les anciens et de nous frayer, à travers leurs opinions, une voie qui nous mène à la solution des problèmes<sup>53</sup>.

Voyons maintenant quelques points précis de la pensée d'al-Bitrūjī, sur lesquels se prononce S. Albert.

S. Albert tient pour valable "universaliter et regulariter", au moins dans deux passages de ses œuvres<sup>54</sup>, le principe appliqué par al-Bitrūjī à l'astronomie, selon lequel la puissance du premier moteur est plus grande dans les corps qui lui sont proches que dans ceux qui en sont éloignés. Il reconnaît également, avec al-Bitrūjī, qu'il y a une neuvième sphère et que la huitième, qui est la première pour la vue, ne peut pas être la première pour la raison, car celle-ci, en raisonnant, conclut que la sphère des étoiles fixes, qui est la huitième, ne peut pas être la première<sup>55</sup>. Il émet aussi un jugement favorable sur l'opinion d'al-Bitrūjī au sujet des moteurs de l'univers<sup>56</sup>.

Il refuse par contre l'affirmation d'al-Bitrūjī selon laquelle les astres se meuvent de l'orient à l'occident, la déclarant contraire au témoignage des sens et à l'opinion d'Aristote<sup>57</sup>.

Dans le *I De coelo et mundo*, S. Albert reconnaît d'abord que les théories astronomiques d'al-Bitrūjī ne s'opposent pas à l'unité de l'univers<sup>58</sup>, après quoi il réfute quelques-unes de ses opinions.

Il nie le mouvement des sphères de l'orient vers l'occident et la raison par laquelle al-Bitrūjī veut la justifier, c'est-à-dire le retard subi par les sphères en conséquence de leur distance à l'égard du premier moteur. Ce prétendu retard, dit-il, devrait être, pour chaque sphère, proportionnel à sa distance par rapport au premier moteur, mais il n'en est rien, comme le montrent d'ailleurs les données concrètes fournies par al-Bitrūjī lui-même. Il cite alors quelques cas de ces retards et conclut: "Et sic descendendo non invenitur proportio una observata"<sup>59</sup>.

Il revient sur cette même question à propos de la huitième sphère, celle des étoiles fixes, qui met trente-six mille ans pour perdre l'équivalent d'un cercle. Si l'opinion d'al-Bitrūjī était vraie, les autres sphères devraient avoir un retard proportionnel à leur distance du premier moteur. Comme cela n'a pas lieu, la "retardatio" ne peut pas expliquer le mouvement des sphères de l'occident vers l'orient<sup>60</sup>.

Il fait enfin remarquer que si la théorie d'al-Bitrūjī était vraie, les étoiles, où qu'elles se trouvent au ciel, devraient apparaître à la même distance de la terre, ayant aussi un même diamètre, ce qui est faux, comme on peut le constater au moyen d'instruments astronomiques. Une dernière objection: le mouvement apparent des planètes supérieures. Citant le cas de la planète Mars, S. Albert dit qu'elle ne devrait subir aucun retard dans son orbite, si la théorie d'al-Bitrūjī était vraie. Or ce retard existe pour Mars et on le constate en observant son mouvement par rapport aux étoiles qu'il cache successivement<sup>61</sup>.

Dans le *II De causis et processu universitatis*, S. Albert réfute l'opinion d'al-Bitrūjī sur la motion immédiate des sphères par la cause première<sup>62</sup>, et cela avec deux arguments. Tout d'abord, dans le cas d'une motion immédiate, l'influence de la cause première serait la même sur tous les êtres qui se succèdent (ici, les différentes sphères), ce qui est inadmissible, parce que ces sphères n'ont pas toutes le même degré de réceptivité à l'égard de la cause première. Ensuite, ce qui est mobile et tient un mouvement propre doit avoir un moteur qui lui soit uni et soit proportionné à sa capacité. Or Dieu étant infini ne peut être uni à rien comme un moteur immédiat, parce qu'il dépasse, par son excellence, la capacité de toute chose.

A plusieurs endroits, S. Albert reproche à al-Bitrūjī de s'être éloigné de la doctrine d'Aristote, en affirmant, par exemple, que le mouvement est plus rapide dans les sphères supérieures que dans les inférieures, tandis que Aristote enseigne le contraire, ou en s'opposant à ce qu'il enseigne sur le mouvement diurne des orbes<sup>64</sup>. Quant à l'opinion d'al-Bitrūjī sur le retard des sphères, il dit qu'elle n'est ni conforme, ni contraire à Aristote, lequel parle du mouvement des sphères, mais non pas de leur retard. Cette théorie, ajoute-t-il, est plus conforme aux opinions des mathématiciens<sup>65</sup>.

Ces quelques citations nous montrent l'intérêt porté par S. Albert à l'œuvre astronomique d'al-Bitrūjī, ce qu'a bien souligné P. Duhem dans *Le système du monde*: "L'œuvre d'Al Bitrogi paraît avoir sollicité très vivement l'attention du savant Dominicain, le nom d'Alpetrans Abuysac, revient fréquemment dans ses divers écrits, et s'il multiplie les objections contre la théorie des sphères homocentriques, du moins montre-t-il par sa critique même, le vif intérêt qu'il prend à cette tentative"<sup>66</sup>.

Si S. Albert a critiqué l'astronomie d'al-Bitrūjī, il exprime aussi ses doutes sur la théorie des excentriques et des épicycles de Ptolémée: "Usque hodie dubium est secundum quid attendatur differentia orbium et stellarum: et dubium

est et erit de eccentricis et epicyclis, et aliis quibusdam quae quaeruntur de orbium natura et stellarum”<sup>67</sup>.

Il se montre aussi réservé à l'égard de la théorie de l'homocentrisme et dans le *De coelo et mundo*, il nie, contre Averroès, que les planètes décrivent des cercles concentriques dans le plan du Zodiaque, parce que le diamètre apparent d'une même étoile tantôt augmente et tantôt diminue, ce qui se passe aussi avec le soleil<sup>68</sup>.

CITATIONS D'AL-BITRŪJĪ DANS LES ŒUVRES DE S. ALBERT LE GRAND. — *I De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, pp. 77–79. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, pp. 159–161; tr. III, cap. VII, t. 4, pp. 185–186; cap. IX, pp. 191–192; cap. XI, t. 4, p. 195. *II De generatione et corruptione*, tr. I, cap. XXII, t. 4, p. 426. *II Meteororum*, tr. III, cap. II, t. 4, p. 565. *III Meteororum*, tr. I, cap. XXI, t. 4, p. 607. *II De anima*, tr. IV, cap. III, t. 5, p. 297. *XI Metaphysicorum*, tr. III, cap. XXIV, t. 6, p. 651. *I De causis et proprietatibus elementorum*, tr. II, cap. VII, t. 9, pp. 613–614 et cap. X, p. 622. *I De causis et processu universitatis*, tr. IV, cap. VII, t. 10, p. 426. *II De causis et processu universitatis*, tr. II, cap. I, t. 10, pp. 479–480; cap. XVII, p. 504. *Speculum astronomicum*, cap. II, t. 10, p. 632. *De coelesti Hierarchia*, cap. VII, par. 13, t. 14, p. 203. *II Sententiarum*, dist. II, G, art. III, t. 27, p. 52; art. IV, p. 53; dist. XIV, A, art. II, t. 27, pp. 259–260. *IV Sententiarum*, dist. XLIV, C, art. XXVIII, t. 30, p. 580. *II P. Summae theologiae*, tr. II, q. 11, t. 32, p. 144; tr. III, q. 12, membrum II, t. 32, p. 152; tr. XI, q. 43, t. 32, p. 509; tr. XI, q. 52, membrum II, t. 32, pp. 554–555; tr. XI, q. 53, membrum III, t. 32, p. 568. *Summa de creaturis*, tr. III, q. 8, art. I, t. 34, pp. 409 et 411; tr. II, q. 12, art. II, t. 34, pp. 426–427; tr. III, q. 13, art. unicus, t. 34, p. 429; tr. III, q. 16, art. I, t. 34, p. 438. *II P. Summae de creaturis*, q. 61, art. II, t. 35, p. 524. *De quindecim problematibus*, I, p. 34 (éd. P. Mandonnet, *Siger de Brabant et l'Averroïsme latin au XIII<sup>e</sup> siècle*, II<sup>e</sup> partie. *Textes inédits*, dans *Les philosophes belges*, Louvain, 1908).

#### BIBLIOGRAPHIE

Ici ne seront pas mentionnées les études générales, comme celles de G. Sarton, A. Mieli, B. Carra de Vaux, A.C. Crombie, E. Wiedemann, P. Duhem, S.H. Nasr, etc.

Barker Price B., *The Physical Astronomy and Astrology of Albertus Magnus*, dans *Albertus Magnus and the Sciences. Commemorative Essays* 1980. Pontifical Institute of Mediaeval Studies. Toronto, 1980, pp. 155–185 (sur al-Bitrūjī, voir les pp. 170–174). Carmody F.J., *Regiomontanus' notes on al-Bitrūjī's Astronomy*, dans *Isis*, t. 42, 1951,

pp. 121-130. Du même auteur, *Arabic Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translation. A Critical Bibliography*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, 1956 (sur al-Bitrūjī, voir les pp. 165-166). Du même auteur, *Albitrūjī. De motibus celorum. Critical edition of the Latin Translation of Michael Scot*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles 1952. Gauthier L., *Une réforme du système astronomique de Ptolémée par les philosophes arabes du XII<sup>e</sup> siècle*, dans *Journal Asiatique*, Série X, vol. XIV, Paris, 1909, pp. 483 - 510. Nallino C.A., *Raccolta di Scritti editi e inediti*, vol. V. *Astrologia. Astronomia. Geografia*, Roma, 1944. Goldstein B.R., *Al-Bitrūjī. On the Principles of Astronomy*, 2 vols. New Haven and London. Yale University Press, 1971. Rosen E., *Copernicus and al-Bitrūjī*, dans *Centaurus*, vol. 7, 1961, pp. 152-156. Samsó J., *Sobre la astronomía de al-Bitrūjī*, dans *Al-Andalus*, XXXVI, 1971, pp. 461-465. Du même auteur, *Al-Bitrūjī*, dans *Dictionary of Scientific Biography*, vol. XV, 1978, pp. 33-36. Suter H., *Die Mathematiker und Astronomer der Araber und Ihre Werke* 1900, pp. 131; 1902, p. 174. Vernet J., *Al-Bitrūjī*, dans *E.I.*, t. 2, p. 1288.

### Al-Battānī

Al-Battānī, qui a été peut-être l'astronome arabe le plus connu de tout temps, est né à Harran en 858 et est mort près de Samarra en 929. Le Moyen Age latin l'a connu sous le nom d'*Albategnius*, dont l'orthographe n'était pas uniforme. Son œuvre écrite comprend plusieurs opuscules, dont certains se sont perdus, et que nous citons ici d'après C.A. Nallino.

a) *Kitāb ma'rifat maṭālī' al-burūj fī mā bayna arbā' al-falak* = "Liber cognitionis ascensionum signorum in spatiis inter sphaerae caelestis quartas", opuscule actuellement perdu, mais dont le contenu correspondrait au sujet traité par l'auteur dans le chapitre 55 de l'*Opus Astronomicum*<sup>69</sup>.

b) *Risāla fī taḥqīq aqdār al-ittiṣālāt* = "Epistula de verificatione quantitatum applicationum", ouvrage perdu, dont le thème correspondrait à celui qui est traité au chapitre 54 de l'*Opus Astronomicum*<sup>70</sup>.

c) *Sharḥ al-maqālāt al-arba' li-Baṭlamyūs* = "Commentarius in Tetrabibulum Ptolemaei", dont la Real Biblioteca de El Escorial possédait un manuscrit, que M. Casiri cite dans la *Bibliotheca Arabico-hispana*. Nallino signale par ailleurs l'existence d'un manuscrit arabe à la Bibliothèque de Berlin et cite les titres de ses chapitres en latin<sup>71</sup>.

d) Enfin son œuvre maîtresse, les *Tables* astronomiques, connues chez les Arabes sous le nom de *Zij al-Ṣābi'* ou *Zij al-Battānī*, qui l'ont rendu célèbre et dont il existe plusieurs traductions latines. Celle de Robert de Retines ou Chester est actuellement perdue. Celle de Platon de Tivoli, qui date de la première moitié du XII<sup>e</sup> siècle, et a été imprimée à Nuremberg en 1537 et à Bologne en

1645, était connue sous le titre de *De scientia stellarum* et a été, selon P. Duhem, le premier écrit d'astronomie ptoléméenne qu'ont eu entre les mains les scolastiques latins<sup>72</sup>. Il existe encore une autre traduction de cette œuvre, l' "hispanique", qui a été faite à la cour du roi Alphonse X de Castille (1252-1282).

Il n'existe actuellement qu'un seul manuscrit arabe de cette œuvre, celui de la bibliothèque de l'Escorial, qui a servi de base à l'œuvre monumentale de C.A. Nallino: *Al-Battānī sive Albatēnii. Opus Astronomicum, ad fidem Codicis Escorialensis Arabice editum, latine versum, adnotationibus instructum*. Vol. I-III, Milan, 1899-1907 et réimprimée en un seul volume en 1977, Hildesheim-New York. C'est de cette réimpression que je me sers ici. Pour plus de détails sur ces traductions, je renvoie à Nallino<sup>73</sup> et à Sarton<sup>74</sup>. Voir aussi dans Nallino<sup>75</sup>, quelques faux attribués à al-Battānī.

Al-Battānī, pour qui l'astronomie était la plus excellente et la plus belle des sciences<sup>76</sup>, a fondé son œuvre astronomique sur ses observations et ses calculs personnels, qu'il a traduits en termes de géométrie sphérique, domaine où il semble avoir subi l'influence de la trigonométrie indienne<sup>77</sup>. Ses observations vont de 877 à 918, période suffisamment étendue pour établir ses fameuses *Tables astronomiques*<sup>78</sup>, qui étaient déjà connues à Cordoue vers le milieu du X<sup>e</sup> siècle et ont exercé une grande influence sur tout l'Occident latin, au moins jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle. J. Vernet dit à leur sujet: "Parmi les *Tables* destinées à exercer une grande influence en Occident, tout au moins jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, nous trouvons celles de l'astronome oriental Battānī... Cette œuvre est importante à deux titres absolument distincts: d'abord à cause de son apport scientifique de première main, comme par exemple la découverte de la formule fondamentale de la trigonométrie sphérique:  $\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$ ; la variation annuelle du diamètre apparent du soleil, par laquelle il démontrait la possibilité des éclipses annulaires; et la résolution de problèmes de trigonométrie, par l'emploi de la projection orthographique... Ce dernier procédé a influencé, beaucoup plus tard, Regiomontano. On lui doit en outre l'établissement définitif des règles mathématiques et du cycle intercalaire, qui régit encore aujourd'hui le calendrier musulman"<sup>79</sup>.

Al-Battānī a démontré, contre Ptolémée, la variation du diamètre angulaire du Soleil et par conséquent la possibilité des éclipses annulaires. Il a démontré également que l'apogée solaire était sujet au mouvement de précession des équinoxes et que l'équation du temps est soumise à une lente variation séculaire<sup>80</sup>.

Il m'est impossible, en raison des limites de cet article, de m'arrêter à l'in-

fluence exercée par al-Battānī sur les auteurs arabes et occidentaux. P. Duhem l'a fait dans *Le système du monde* et J.M. Millás Vallicrosa a montré, dans *Estudios sobre Azarquiel*<sup>81</sup>, combien l'œuvre astronomique de celui-ci a été influencée par al-Battānī.

AL-BATTĀNĪ ET S. ALBERT LE GRAND. — Commençons par quelques détails historiques. Une fois au moins, S. Albert confond Azarquiel, astronome espagnol médiéval, avec al-Battānī, lorsqu'il dit, dans le *Speculum Astronomicum*, que ce personnage, Azarquiel = Albategnius, aurait résumé les doctrines de l'*Almageste* de Ptolémée, dans une œuvre qui commencerait par: "Universa etc.". Voici le texte complet de S. Albert: "Quod tamen in eo (dans le livre de Ptolémée) diligentiae causa dictum est prolixo, commode restringitur ab Azarchele, qui dictus est Albategni in libro suo, qui sic incipit: Universa etc.". Plus loin il affirme que cet auteur attribue les erreurs qu'il corrige plutôt à Hipparque qu'à Ptolémée. De toute façon, ajoute-t-il, il ne s'agit pas là de choses contraires à la foi<sup>82</sup>. Toujours selon S. Albert, un certain auteur, "quidam vir", aurait composé un livre, dans le style d'Euclide, pour commenter le contenu du livre de Ptolémée et de celui d'al-Battānī: "Ex his quoque duobus libris collegit quidam vir librum secundum Euclidis stilum, cujus commentarium continet sententiam utriusque, Ptolemaei scilicet atque Albategni, qui sic incipit: "Omnium recte philosophantium", etc."<sup>83</sup>.

Ici on peut faire deux remarques, suivant C.A. Nallino: D'abord l'identification Azarquiel Hispanus = Albategnius se trouve dans certains manuscrits, comme le Codex Latinus n. 16658 de la B.N. de Paris, qui est du XIII<sup>e</sup> siècle et porte le titre de "Doctrina tabularum secundum Azarchel Hyspanum, qui dictus est Albaategni". Ces mêmes tables se trouvent à la Bibliothèque Vaticane, Ottob. 309, sous le titre de "Canones Astrorum Albategni"<sup>84</sup>. Le livre qui commence par "Universa etc.", que S. Albert dit être d'Azarchel-Albategnius, était attribué à al-Battānī par plusieurs auteurs, qui le tenaient pour un abrégé de l'œuvre de Ptolémée<sup>85</sup>. Cette confusion des deux astronomes est donc due à certains manuscrits connus au temps de S. Albert et qu'il a eus entre les mains.

Ensuite, l'ouvrage du "quidam vir" qui résume et commente Ptolémée et Azarchel-Albategnius, serait un livre qui se trouve à la Bibliothèque Laurentine de Florence. Il est d'un auteur inconnu, mais quelqu'un lui a ajouté plus tard la note suivante: "Incipit Liber Albategni qui dicitur Almagesti parvum". Il commence en effet, comme le dit S. Albert, par les mots: "Omnium recte philosophantium...". Il n'est pas une traduction de l'arabe et serait, d'après

Nallino, l'œuvre dont parle S. Albert dans le texte cité plus haut et qui commence elle aussi par ces mêmes mots: "Omnium recte philosophantium"<sup>86</sup>.

S. Albert n'attribue aucune autre œuvre à al-Battānī, sauf une allusion, dans la deuxième partie de la *Summa de creaturis*<sup>87</sup>, à un livre dont il ne cite pas le titre: "Item habetur per omnia in *principio* Albategni". Ainsi donc quand il cite al-Battānī, il ne donne la référence d'aucune œuvre de l'astronome. Voici quelques-unes de ces citations.

Aussi bien dans les sciences exactes qu'en astronomie, les Arabes, tout en s'appuyant sur les anciens, surtout les Grecs, essaient de réviser et de perfectionner leurs calculs et leurs mesures. C'est ce que fait al-Battānī avec certaines données fournies par Ptolémée, si bien que "Al-Battānī (Albategnius) élaborait, avec son esprit critique, le système de Ptolémée, en y apportant certaines corrections. Ce travail de mise au point se continua en Orient et en Espagne jusqu'au XIII<sup>e</sup> siècle"<sup>88</sup>.

A propos de certains calculs astronomiques de Ptolémée, S. Albert signale les corrections que leur a faites al-Battānī. Ainsi, lorsqu'il parle de la perfection du monde, il affirme que celui-ci est "perfectus et finitus secundum quantitatem", ce qu'on peut prouver par les démonstrations géométriques exposées par Ptolémée dans l'*Almageste*. Il développe ces démonstrations, mais fait remarquer qu'elles ont été corrigées par al-Battānī: "Cum igitur mundus completus sit in omnibus partibus suis, ipse erit perfectus et finitus secundum quantitatem. Sed si volumus sequi probationem *Almagesti* geometrice inventam, quae correctata est in Albategni et Alfragano, tunc diameter mensurae terrae erit sex millium et quingentorum milliariorum"<sup>89</sup>.

Dans le *II Sententiarum*<sup>90</sup>, en parlant des deux mouvements de la sphère des étoiles fixes: un diurne et l'autre "super polos circuli signorum", S. Albert fait remarquer que ce dernier mouvement se réalise, d'après Aristote et Ptolémée, "in centum annis gradu uno", mais d'après les calculs d'al-Battānī, il durerait un peu moins: "Et secundum Albategni in minori aliquando tempore".

Dans la *Summa de creaturis*<sup>91</sup>, encore à propos du double mouvement de la sphère des étoiles fixes: le mouvement diurne de l'orient à l'occident, qui s'effectue en 24 heures et le mouvement sur les pôles du Zodiaque, qui avance d'un degré tous les 100 ans et complète son cycle en 36 mille ans, S. Albert fait remarquer que d'après les calculs d'al-Battānī le second mouvement est plus rapide: "Secundum Albategni tamen citius transit circulum".

Lorsqu'il traite de l'origine du mouvement des cieux, S. Albert expose

assez longuement les opinions des anciens sur cette question: tandis que les philosophes de la nature et Aristote affirmaient que les cieux étaient mûs par l'intelligence, les astronomes, parmi lesquels al-Battānī, attribuaient ce mouvement à la volonté divine, opinion à laquelle S. Albert adhère sans réserve: "Dubium enim est quis sit motor coeli. Ptolemaeus, Abbategni, et Albumasar, et omnes astronomi dicunt coelum moveri a voluntate Dei, et haec est nostra confessio. Aristoteles autem et omnes naturales Philosophi dicunt ipsum moveri ab intelligentia, sicut desiderans movetur a desiderato"<sup>92</sup>. Il revient ailleurs sur cette même question dans un article où il demande: "An sit idem principium motus coeli secundum Philosophos et Theologos"<sup>93</sup>.

Certaines références de S. Albert à al-Battānī laissent percevoir, malgré leur brièveté, combien il le connaissait. Ainsi, par exemple, quand il présente les différentes explications du flux et reflux des mers, il rapporte des calculs tenus par "Albategni et peritiores Astronomorum"<sup>94</sup>.

Abordant la question de la possibilité, pour un corps glorieux et un autre non-glorieux, de se trouver au même endroit et en même temps, S. Albert rappelle l'opinion de certains mathématiciens, selon lesquels le Soleil et d'autres corps célestes peuvent traverser leurs cercles sans les diviser. Comme les corps glorieux sont plus parfaits que les corps célestes, certains ont conclu que le corps glorieux et le non-glorieux peuvent se trouver au même endroit et en même temps. Répondant à cet argument, S. Albert fait remarquer que les livres où ces mathématiciens enseignent de pareilles théories ne sont mentionnés ni par Ptolémée, ni par al-Battānī, ni par d'autres auteurs et que par conséquent ceux qui s'appuient sur ces livres, pour soutenir leur opinion, ne peuvent pas être pris au sérieux: "Dicendum quod illorum mathematicorum libri in quibus illa quae dicunt continentur, ad neminem nisi ad eos pervenerunt, cum Ptolemaeus, Abbatemo, Thebit, Geber, Alfarabius et alii nihil horum scribant. Unde certum est solito more eos hoc confinxisse, et Philosophis imposuisse ad stabilimentum opinionis eorum"<sup>95</sup>.

Enfin, commentant dans la *Summa theologiae* le passage de la Genèse, où la Lune est appelée "luminare magnum", il objecte que "Per observationes enim astronomicas et geometricas deprehensum est, quod Luna inter omnia corpora simplicia minor est" et répond, fondé sur l'autorité d'al-Battānī, que la Lune est appelée "luminare magnum" non pas à cause de son volume, mais parce que "plus illuminat caeteris stellis, et projicit umbram objectu corporis sicut lumen Solis: hoc enim non faciunt, nisi tria corpora coelestia, ut dicit Albattegni, scilicet Sol, Luna, Mercurius, qui et hesperus dicitur et lucifer"<sup>96</sup>.

CITATIONS D'AL-BATTĀNĪ DANS LES ŒUVRES DE S. ALBERT LE GRAND. — *I De causis elementorum et processu universitatis*, tr. II, cap. III, t. 9, p. 604. *Speculum Astronomicum*, cap. II, t. 10, pp. 631 et 632. *II Sent*; dist. II, B, art. I, t. 27, p. 45; *Ibidem*, dist. XIV, A, art. II, t. 27, p. 260; *Ibidem*, dist. XIV, C, art. VI, t. 27, p. 266. *IV Sent.*, dist. XLIV, A, art. III, t. 30, p. 549. *II Pars Summae Theologiae*, tr. XI, q. 59, t. 32, p. 586. *I Pars Summae de creaturis*, tr. III, q. 12, art. II, t. 34, p. 426. *II Pars Summae de creaturis*, q. 61, art. II, t. 35, p. 524, *Ibidem*, q. 81, art. I, t. 35, p. 658.

### BIBLIOGRAPHIE

Baldi B., *Albategno*, dans *Vite di matematici arabi tratte da un'opera inedita di B. Baldi, con note di M. Steinschneider*, dans *Bolletino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche*, t. V, Roma, 1872, pp. 447-458. Honigmann S.E., *Bemerkungen. zu den geographischen Tabellen al-Battānī's*, dans *Rivista degli Studi Orientali*, vol. II, 1926-1928, pp. 169-175. Nallino C.A., *Raccolta di Scritti editi e inediti*, vol. V, Roma, 1944, pp. 334-336. Du même, *Al-Battānī*, dans *Encyclopédie de l'Islam*, nouvelle éd. 1960, t. I, pp. 1137-1138. Du même, *Al-Battānī sive Albategni. Opus Astronomicum, ad fidem codicis escurialensis arabice editum, latine versum, adnotationibus instructum*, Mediolani Insubrum, 1903. Sezgin F., *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. V, Leiden, 1978, pp. 287-288.

Angel Cortabarría Beitia, o.p.

traduit de l'espagnol par  
Réginald Alvès de Sá, o.p.

## NOTES

**Al-Bitrūjī.**

1. Dans les manuscrits arabes, le titre *kitāb fī l-hay'a* se présente avec quelques variantes et dans les versions latines on trouve également divers titres plus ou moins semblables, tels que *Liber Alpetragii de verificatione motuum coelorum*, *Aben Alpetragius de motibus coelorum*, *Liber Aven Alpetragii in Astrologia*. R. Bacon l'intitule *De motibus coelorum circularibus*, ou encore *De motibus coelestibus*. Récemment, F.J. Carmody, dans son édition latine, préfère l'appeler *De motibus celorum* (sic) au lieu d'employer le nom présumé *De Sphaera*. Parmi les manuscrits latins, signalons les nos 7399 et 16654 de la Bibliothèque nationale de Paris et le n° 96 de la Bibliothèque de l'Arsenal. On trouve aussi à la Bibliothèque nationale de Madrid le n° 10059. Cf. *Escuela de traductores de Toledo. Exposición conmemorativa de la inauguración de la Casa de la Cultura*. Madrid, 1966, III, 43 et III, 44. Il existe aussi divers manuscrits arabes: Escorial arabe 680 (auparavant 693), ff. 1 r-108 v, et Istanbul, Seray arabe 3302, ff. 1 r-101 v; cf. B.R. Goldstein, *Al-Bitrūjī. On the Principles of Astronomy*, vol. I, p. 46. M. Casiri, *Bibliotheca Arabico-Hispana Escorialensis*, t. I, p. 396. L. Leclerc, *Histoire de la médecine arabe*, t. 2, pp. 453-454 et 522. Ce dernier auteur cite d'al-Bitrūjī une œuvre inconnue jusqu'à maintenant. Il s'agit d'une *Perspectiva*, cf. *op. cit.*, t. 2, p. 522. Au sujet de la traduction latine de Miguel Scoto, pour plus de détails on se reportera à F.J. Carmody, *Al-Bitrūjī, De motibus celorum*, pp. 17-20. Pour le travail de traduction de Miguel Scoto, voir P. Duhem, *Le système du monde*, t. 3, pp. 241-248 (et, en résumé, sur al-Bitrūjī, pp. 241-242).
2. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 2, p. 146; t. 3, p. 302; t. 4, pp. 3 et 293. A. Mieli, *La science arabe...*, p. 198. Pour la traduction du texte hébreu, cf. F.J. Carmody, *Al-Bitrūjī...*, pp. 16-17.
3. *Raccolta*, vol. V, p. 344.
4. A. Mieli, *La science arabe*, p. 210. B.R. Goldstein, *Al-Bitrūjī...*, vol. I, p. 40. M. Steinschneider, *Die europäischen Uebersetzungen aus dem arabischen bis Mitte des 17 Jahrhunderts*, Graz, 1950, pp. 57-58. Wustenfeld, *Die Uebersetzungen arabischen Werke in das Lateinische*, p. 99.
5. *Al-Bitrūjī. De motibus celorum. Critical edition of the latin Translation of Michael Scot*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, 1952.
6. Pour une introduction à cet ouvrage, voir l'article de J. Samsó dans *Andalus*, vol. XXXVI, 1971, pp. 463-465. J. Vernet, *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Editorial Ariel, Barcelona-Caracas-México, 1978, pp. 190 et 212, note 104.
7. B.R. Goldstein, *op. cit.*, vol. I, p. 61.
8. Voir le texte latin dans l'édition de F.J. Carmody, *Al-Bitrūjī. De motibus celorum*, pp. 77-78, n° 23. L. Gauthier, *Une réforme du système astronomique de Ptolémée par les philosophes arabes du XII<sup>e</sup> siècle*, dans *Journal Asiatique*, Nov.-Déc. 1909, p. 508.
9. *Histoire de la philosophie islamique*, éd. Gallimard, 1964, p. 319. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 2, pp. 130-139. Ajoutons que S. Albert parle aussi d'un certain "Selte Hispalensis", lequel s'était opposé aux idées astronomiques de Ptolémée dans l'Espagne musulmane. Ce renseignement apporté par S. Albert serait un témoignage de plus confirmant l'existence dans cette région d'une lutte contre les théories astronomiques de Ptolémée, cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 19.

10. *Une réforme du système astronomique de Ptolémée...*, pp. 499 et 501.
11. Ce mouvement est connu en astronomie arabe sous le nom de "lawlabiyya", mot que certains rendent par "hélicoïdal". S. Albert en parle à diverses reprises. Cf. L. Gauthier, *Une réforme du système astronomique de Ptolémée...*, pp. 506-507.
12. Cf. al-Bitrūjī dans l'édition latine de F.J. Carmody, *op. cit.*, pp. 79-80. L. Gauthier, *op. cit.*, pp. 506-507. C.A. Nallino, *Raccolta*, vol. V, pp. 343-344.
13. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 2, p. 150.
14. *Al-Bitrūjī. On the principles of Astronomy*, vol. I, p. IX.
15. *Al-Andalus*, vol. XXXVI, 1971, p. 462.
16. Concernant cet auteur, nous renvoyons à l'ouvrage de J.M. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid-Granada, 1943-1950. (sur al-Bitrūjī, voir pp. 35, 345, 347, 348, 492 et 514).
17. P. Duhem met en doute que al-Bitrūjī ait pu faire une lecture directe de l'*Almageste*, car quelques-uns des reproches qu'il formule contre cet ouvrage ne correspondent pas à son contenu, cf. *Le système du monde*, t. 2, p. 149. Cet auteur, de même que F. Hulsch, insiste sur l'origine grecque de la théorie d'al-Bitrūjī, cf. ch. VII, *Les précurseurs grecs, latins et arabes d'Al-Bitrūjī*, par P. Duhem dans son ouvrage *Le système du monde*, t. 2, pp. 156-171, 277.
18. "Tel est, dans ses grandes lignes, cet ouvrage d'Al-Bitrogī qui devait, jusqu'au temps de Copernic, inspirer tous les adversaires de Ptolémée, frayant ainsi la voie à l'astronomie de Thorn", cf. *Le système du monde*, t. 2, p. 156.
19. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 4. F.J. Carmody, cf., dans son ouvrage *Al-Bitrūjī. De motibus celorum*, le chapitre *Al-Bitrūjī in Western Europe*, pp. 34-38.
20. P. Duhem, *op. cit.*, t. 3, pp. 231-326; t. 9, p. 55.
21. Au sujet de la réfutation de la théorie d'al-Bitrūjī par Regiomontano, voir E. Rosen qui en a traité dans son article *Copernicus and Al-Bitrūjī*, dans *Centaurus* 7, 1961, pp. 152-156. Cf. aussi l'étude de F.J. Carmody, *Regiomontanus' notes on al-Bitrūjī's Astronomy*, dans *Isis* 42, 1951, pp. 121-130.
22. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 3, p. 496.
23. *Op. cit.*, t. 2, p. 171.
24. *II P. Summae de creaturis*, q. 61, art. II, t. 35, p. 524.
25. "Veniens autem post hos Alpetragius Abuysac in astrologia nova quam induxit..., cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 195.
26. Voluit Alpetragius corrigere principia et suppositiones Ptolemaei... quem (Alpetragium) quidem multi receperunt amplectantes eum ob reverentiam sententiae Aristotelis ex libris *Coeli et mundi*, quem assumit, quidam vero indignantur, quod malo suo intellectu ausus fuit reprehendere Ptolemaeum" cf. *Speculum astronomicum*, cap. II, t. 10, p. 632.
27. "Unus autem qui meo iudicio probabilius loquitur, Alpetragius scilicet, qui secretum astrologiae dicit sibi esse revelatum quantum ad motum et causas motum superiorum...", cf. *I De causis et processu universitatis*, tr. IV, cap. VII, t. 10, p. 426. Pour cette affirmation du même al-Bitrūjī, cf. éd. latine de F.J. Carmody, pp. 77-78 et la traduction anglaise de B.R. Goldstein, vol. I, p. 60.
28. "Sed post omnes Alpetragius veniens et negans eccentricos et epicyclos esse in superio-

ribus...”, cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 196. Et ailleurs : “Fuerunt autem quidam parum ante haec tempora naturales Philosophi, qui abhorruerunt eccentricos et epiciclos”, cf. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, p. 159. Voir le texte d’al-Bitrūjī dans l’édition latine de F.J. Carmody, pp. 74–78.

29. “Fuerunt autem quidam parum ante haec tempora naturales Philosophi, qui abhorruerunt eccentricos et epiciclos, eo quod videbant, quod positis illis necesse est corpus ponere in medio eorum quod suppleat vacuum, sicut et nos supra ostendimus: hoc autem corpus cum aliquando ascendat et aliquando descendat, non videtur esse rotundarum superficierum: ostensum autem est totum corpus coeleste esse rotundarum superficierum”, cf. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, p. 159. On pourra comparer ce texte avec cet autre de la *Summa de creaturis*, où al-Bitrūjī rejette la théorie des excentriques et des épicycles parce que ceux-ci supposent le vide, lequel n’existe pas, et pour autant on ne peut non plus admettre la théorie de Ptolémée: “Dicendum quod secundum Anavelpetram (Alpetragium) contingunt se: sed ipse ponit, quod non sint eccentrici, neque epicicli, neque elevationes, neque depressiones planetarum: et hoc dicit ipse hac ratione, qui secundum naturam corpus quintum non est divisibile: si ergo esset elevatio et depressio planetarum, tunc aut opporret, quod corpus illud divideretur et succederet aliquid stellae elevatae et depressae in locum suum, aut quod locus unde recedit stella, remaneret vacuum: quorum utrumque impossibile est secundum naturam”, cf. *Summa de creaturis*, tr. III, q. 13, art. unicus, t. 34, p. 429.
30. “Simile judicabant hoc verum dicentes impossibile esse vacuum in natura: et ideo simpliciter dicebant omnino epiciclos et eccentricos non esse”, cf. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, p. 159. Un autre texte, très proche de celui-ci, se trouve dans la *Summa de creaturis*, tr. III, q. 13, art. unicus, t. 34, p. 429.
31. “Dicebant quod omnis corporis naturalis est habere rotundas superficies et moveri circa centrum..., cum totum corpus quintum sit unius et ejusdem naturae, ut dicunt, totum corpus illud erit eodem modo rotundarum superficierum et motum circa centrum unum et idem: et sic nullus erit omnino eccentricus”, cf. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, pp. 159–160.
32. *Ibidem*.
33. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, p. 159. Cf. aussi *Summa de creaturis*, tr. III, q. 8, art. I, t. 34, p. 409.
34. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, p. 159.
35. “Adhuc tamen est quaedam opinio, quam tangit Avevalpetrans sive Alpetragius in *Astrologia* sua, quod scilicet, omnia haec moventur ab uno motore primo”, cf. *II P. Summae theologiae*, tr. XI, q. 58, t. 32, p. 568.
36. “Cujus virtus fortior est in immediato quam in mediato mobili”, cf. *II P. Summae theologiae*, tr. XI, q. 58, t. 32, p. 568. Le texte latin d’al-Bitrūjī se trouve dans l’éd. de F.J. Carmody, au ch. VIII, pp. 92–94. Ce principe est à ce point essentiel à l’astronomie d’al-Bitrūjī qu’il apparaît comme quelque chose de “per se notum”: “Accipit autem (Alpetragius) hanc propositionem per se notam, quod omnis primi motoris virtus in quicumque ordine major est immediate conjuncta mobili, quam in eo quod conjugitur sibi per medium”, cf. *I De causis et processu universitatis*, tr. IV, cap. VIII, t. 10, p. 427. On retrouve le même principe formulé dans *II P. Summae theologiae*, tr. II, q. 10, t. 32, p. 144. Pour S. Albert, ce principe, qu’al-Bitrūjī veut appliquer dans son astronomie, est vrai “universaliter et regulariter”, cf. *II P. Summae theologiae*, tr. II, q. 52, t. 32, p. 555; d’autres aussi

- en grand nombre l'ont admis, parmi lesquels Aristote et Averroès, cf. *II De causis et processu universitatis*, tr. II, cap. I, t. 10, p. 479. *II. P. Summae theologiae*, tr. XI, q. 52, t. 32, p. 554. *Summa de creaturis*, tr. III, q. 16, art. I, t. 34, p. 438.
37. "Et istae retardationes faciunt videre, quod planetae moveantur ab Occidente in Orientem, cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, p. 159. *II. P. Summae theologiae*, tr. II, q. 10, t. 32, p. 144.
38. *II. P. Summae theologiae*, tr. II, q. 10, t. 32, p. 144. *Ibid.*, tr. III, q. 53, membrum III, t. 32, p. 568.
39. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 198.
40. *XI Metaphysicorum*, tr. II, cap. XXIV, t. 6, p. 651.
41. La question des sphères est traitée par S. Albert dans le *De coelo et mundo*, par exemple dans le livre II, tr. II, cap. V, t. 4, pp. 158-161. *Ibidem*, tr. III, cap. XI, t. 4, pp. 194-199.
42. Sur l'astronomie de S. Thomas, cf. T. Litt, *Les corps célestes dans l'univers de saint Thomas d'Aquin*, Louvain-Paris, 1963, pp. 255-261. J. de Tonquedec, *Questions de cosmologie et de physique chez Aristote et Saint Thomas*, Paris, 1950, pp. 61-62.
43. "Veniens autem post hos Alpetragius Abuysac in *Astrologia* sua nova quam induxit, per rationes necessarias probat plures esse sphaeras quam octo", cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 195.
44. Les trois mouvements de la sphère des étoiles fixes sont les suivants: le mouvement diurne de l'orient à l'occident, le mouvement de l'occident à l'orient et enfin le mouvement d'accession et de récession, cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 195. Dans le *II Sententiarum*, dist. XIV, A, art. II, t. 27, p. 260, il développe le même argument pour prouver que la sphère des étoiles fixes n'est pas la première, et il y distingue deux mouvements: l'un, le "motus diurnus" et l'autre, le "motus stellarum super polos circuli signorum".
45. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 195.
46. *Summa de creaturis*, tr. III, q. 12, art. III, t. 34, p. 427.
47. *Ibidem*.
48. *Ibidem*.
49. *Ibidem*.
50. *II Sententiarum*, dist. II, G, art. III, t. 27, p. 52. *IV Sententiarum*, dist. XLIV, art. XXVIII, t. 30, p. 580. Pour le texte d'al-Bitrūjī, voir la traduction latine de l'éd. de B.R. Goldstein, pp. 79-100.
51. *II De causis et processu universitatis*, tr. I, cap. I, t. 10, p. 433.
52. *II De coelo et mundo*, tr. IV, cap. I, t. 4, pp. 91-92.
53. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XIII, t. 4, pp. 100-201.
53. *I De coelo et mundo*, tr. IV, cap. I, t. 4, pp. 91-92.
54. *II De generatione et corruptione*, tr. I, cap. XII, t. 4, p. 426. *II. P. Summae theologiae*, tr. XI, q. 52, membrum II, t. 32, p. 555.
55. *Summa de creaturis*, tr. III, q. 12, art. II-III, t. 34, pp. 426-427. P. Duhem a pu écrire avec raison: "Pour établir la nécessité d'un neuvième ciel non étoilé et mobile, Albert emprunte l'autorité et les raisons d'Alpétragius...", cf. *Le système du monde*, t. 3, p. 337.

56. "Unus autem qui meo iudicio probabilis loquitur, Alpetragius scilicet, qui secretum astrologiae dicit sibi esse revelatum quantum ad motum et causa motum superiorum, quodlibet coelum dicit duos habere motores, universalem et primum et unum communem omnibus...", cf. *I De causis et processu universitatis*, tr. IV, cap. VII, t. 10, p. 426. Cf. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 3, pp. 328-329.
57. *I De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, p. 77. Cf. aussi *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, pp. 156-158.
58. *I De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, pp. 77-78.
59. "Sed tamen ejus (Alpetragii) dictum in se falsum est multis de causis, quarum tres hic reputamus sufficere, quarum una est, quod si retardatio sphaerarum inferiorum quae moventur super polos orbis signorum, faceret retardationem quae videtur ab Occidente in Orientem, tunc deberet proportionaliter descendendo fieri. Nos autem videmus quod non fit hoc, quia...", cf. *I De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, p. 78.
60. *I De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, p. 78.
61. *I De coelo et mundo*, tr. III, cap. V, t. 4, p. 78. Ces deux aspects de l'argument de S. Albert vont contre la théorie d'al-Bitrūji ou de quiconque met la terre au centre du système planétaire, cf. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 3, p. 333.
62. "Sunt autem mirabiles homines, qui hunc ordinem negant, dicentes omnia immediate fieri divina virtute: quorum Alpetragius princeps esse videtur, qui dicit omnes sphaeras coelestes moveri a prima causa", cf. *II De causis et processu universitatis*, tr. II, cap. XVII, t. 10, p. 504.
63. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. XI, t. 4, p. 198.
64. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. VII, t. 4, pp. 185-186.
65. *II De coelo et mundo*, tr. II, cap. V, t. 4, p. 160.
66. T. 3, p. 328.
67. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. IV, t. 4, p. 176.
68. "Ad secundum quod dicit, quod orbis sunt vel omnes orbis constituti sunt super idem centrum, ipse (Averroes) hoc dicit sine probatione, cum nos invenimus diversitatem diametri stellae; quia invenimus majorem diametrum et minorem, et invenimus majorem solem in quartis aequalibus zodiaci inaequalem habere motum: et ideo cogimur dicere circulos planetarum non esse super idem centrum in zodiaco: et ideo Averroes errat graviter, se sequentes inducit in gravem errorem de natura coelestium in motibus", cf. *II De coelo et mundo*, tr. III, cap. VIII, t. 4, p. 189. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 3, p. 333.

#### Al-Battāni.

69. *Opus astronomicum*, éd. de C.A. Nallino, p. XIX.
70. *Ibid.*, pp. XIX-XX.
71. *Ibid.*, pp. XX-XXIII.
72. *Le système du monde*, t. 3, pp. 198-199.
73. *Opus astronomicum*, pp. XLIX-LX.
74. *Introduction to the History of Science*, vol. I, p. 603, vol. II, pp. 170, 835-836, 843.
75. *Op. cit.*, pp. XXIII-XXXI.
76. *La science antique et médiévale* (Des origines à 1450). en collaboration, t. I, PUF, Paris,

- 1957, ch. II: *La science arabe* (par R. Arnaldez et L. Massignon), p. 457.
77. *Ibid.*, ch. III: *La science indienne médiévale* (par J. Filiozat), p. 474.
78. C.A. Nallino, *Raccolta...*, vol. V, p. 335 et G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, vol. I, p. 585.
79. J. Vernet, *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Barcelona-Caracas-México, 1978, pp. 140-141.
80. C.A. Nallino, *Raccolta...*, vol. V, pp. 45-47 et 54-55.
81. Madrid-Granada, 1943-1950.
82. *Speculum astronomicum*, cap. II, t. 10, p. 631.
83. *Ibid.*, cap. II, t. 10, p. 632.
84. C.A. Nallino, *Opus astronomicum*, pp. XXIII-XXIV.
85. C.A. Nallino, *op. cit.*, pp. XXIV-XXV.
86. C.A. Nallino, *Opus astronomicum*, pp. XXVI-XXXVII.
87. Q. 61, art. II, t. 35, p. 524.
88. *La science antique et médiévale*, (Des origines à 1450), en collaboration, t. I, PUF, Paris, 1957, ch. II: *La science arabe* (par R. Arnaldez et L. Massignon), p. 442.
89. Q. 81, art. I, t. 35, p. 658. S. Albert donne ici la distance de quelques planètes par rapport à la terre.
90. Dist. XIV, art. II, t. 27, p. 260.
91. Tr. III, q. 12, art. II, t. 34, p. 426. Al-Battānī traite du diamètre des planètes et de leur distance à la terre, dans le ch. 50 de son *Opus astronomicum*, cf. éd. de C.A. Nallino, pp. 120-124. Cf. aussi P. Duhem, *op. cit.*, t. 2, pp. 48-49. u
92. *II Sententiarum*, dist. II, B, art. I, t. 27, p. 45.
93. "Et ideo verius dicendum puto, quod non moventur nisi jussu divino, et voluntate... et hoc dicunt etiam alii Philosophi sicut Astronomi, et Ptolemaeus, et Albategni, et Albumasar, et Geber, et alii quam plures", cf. *II Sententiarum*, dist. XIV, C, art. 6, t. 27, pp. 265-266. Cf. P. Duhem, *Le système du monde*, t. 5, pp. 245-246.
94. *I De causis et proprietatibus elementorum*, tr. II, cap. III, t. 9, p. 604.
95. *IV Sententiarum*, dist. XLIV, A, art. III, t. 30, pp. 546-549.
96. *II P. Summae theologiae*, tr. XI, q. 59, t. 32, pp. 584-586.