
ANNALES

DE

GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

LES PORTUGAIS ET L'ASTRONOMIE NAUTIQUE A L'ÉPOQUE DES GRANDES DÉCOUVERTES

Lorsque l'infant don Henri, qu'on a appelé le Navigateur, envoya à la découverte sur la côte d'Afrique ses premières expéditions, ses marins eurent d'abord pour se guider les cartes des Italiens qui les avaient précédés dans ces parages. Il suffit de rappeler que sur la Carte catalane, à laquelle on attribue la date de 1375, la côte est dessinée à peu près jusqu'à la hauteur du cap Bojador, et qu'au large sont figurés les archipels de Madère, des Canaries et des Açores. C'est à partir du cap Bojador que les Portugais pénétrèrent vraiment dans l'inconnu, et leurs premiers progrès furent d'abord assez lents. A la mort de don Henri, en 1460, ils n'avaient pas dépassé la Gambie. Il est vrai qu'ils avaient reconnu et occupé Madère, les Açores et les Iles du Cap Vert, les Canaries restant aux Espagnols. Dans la période qui va de 1460 à 1474, date à laquelle Jean II, encore infant, fut chargé par son père de diriger les entreprises coloniales, ils continuèrent leurs explorations et atteignirent l'équateur. Dès lors, ils durent chercher des procédés nouveaux pour reconnaître la position du navire sur mer et celle des points où ils abordaient.

Ils savaient déjà déterminer la latitude en mesurant la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon. A quelle époque les marins d'Occident avaient-ils commencé à faire des observations de latitude, on ne peut le dire avec précision. Les Italiens et les Catalans naviguaient à la boussole et à l'estime, et leurs cartes ne portaient

aucune graduation. Il est tout à fait vraisemblable que les marins portugais, quand ils s'aventurèrent sur la haute mer, reconnurent la nécessité de se guider par des moyens moins imparfaits. C'est dans tous les cas à l'un d'eux qu'il faut attribuer la première détermination de latitude dont il soit fait mention d'une manière certaine : Diogo Gomez de Cintra, dans son voyage à la côte de Guinée, en 1462, prit, au moyen du quadrant, la hauteur du pôle.

Le quadrant était un instrument dérivé de l'astrolabe. L'astrolabe, dont l'emploi se répandit surtout par les Arabes, se composait d'un disque gradué qu'on tenait suspendu par un anneau. Une petite règle mobile autour du centre portait une ligne de mire qui permettait de faire des visées. On pouvait ainsi mesurer facilement l'angle formé par la direction de l'étoile polaire avec la verticale, angle dont le complément est égal à la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire à la latitude. Le quadrant ne comprenait que le quart de la circonférence. La règle mobile, toujours fixée au centre, donnait, avec la direction du fil à plomb, la valeur de l'angle mesuré. Tant que l'étoile polaire fut bien visible dans le ciel, la détermination de la latitude fut relativement facile. Mais quand les marins approchèrent de l'équateur, l'étoile descendit de plus en plus bas sur l'horizon. Elle disparut quand ils eurent passé la ligne. A défaut d'une observation directe du pôle, on pouvait cependant obtenir par un autre moyen la valeur de l'angle cherché. Si l'on mesure, un jour donné, la hauteur méridienne du soleil, c'est-à-dire sa plus grande hauteur dans le ciel, et si l'on connaît, pour ce jour-là, la distance du soleil au pôle, la connaissance de ces deux angles permettra de calculer la latitude. La distance du soleil au pôle, pour chaque jour, lors de sa plus grande hauteur ou, ce qui revient au même, sa distance à l'équateur, c'est-à-dire sa déclinaison, peut être calculée à l'avance. Il fallait donc construire, à l'usage des marins, des tables de déclinaison du soleil.

C'est pour résoudre ces problèmes que le roi Jean II, nous dit l'historien Barros, réunit une commission ou une junte. Il chargea « maître Rodrigue et maître Joseph, le juif, tous deux ses médecins, et un certain Martin de Bohême, natif de ce pays, qui se glorifiait d'être l'élève de l'illustre astronome Régiomontan, de s'occuper de cette question, et ceux-ci trouvèrent cette manière de naviguer par la hauteur du soleil, pour laquelle ils firent des tables de déclinaison comme en emploient à présent les navigateurs, mais plus perfectionnées qu'au début, quand on se servait de ces grands astrolabes de bois »¹.

1. Ceci fait allusion à un détail que vient de rapporter BARROS. VASCO DE GAMA, en 1497, au début de son grand voyage, était descendu à terre dans la baie de Sainte-Hélène, au Nord du Cap de Bonne-Espérance, pour y prendre la latitude

Des trois membres de la junte dont Barros cite les noms, un seul fut d'abord connu des historiens. Martin de Bohême, c'est Martin Béhaim, de Nuremberg, l'auteur du globe célèbre construit et dessiné en 1492, l'année même de la découverte de l'Amérique, et conservé aujourd'hui encore dans cette ville. Né probablement en 1459, Béhaim avait été envoyé dans les Pays-Bas pour y apprendre le commerce, puis, en 1484, il était allé chercher fortune en Portugal, où il épousa bientôt la fille d'un Flamand émigré, Jobst de Hurter, qui avait obtenu la concession des îles Fayal et Pico dans les Açores. Béhaim se disait l'élève de Régiomontan, et, en effet, Régiomontan avait habité Nuremberg de 1471 à 1475. Il est vrai que Béhaim, à cette époque, ne pouvait avoir que de 11 à 16 ans. Il est assez singulier qu'un garçon de cet âge, qu'on destinait au commerce, ait fait des études d'astronomie. Mais cette difficulté n'est apparue que lorsqu'on a étudié de près la vie et le rôle de Béhaim.

Régiomontan avait construit et publié, en 1474, des tables astronomiques, les *Éphémérides*, calculées pour les années comprises entre 1475 et 1506. Il parut donc légitime d'admettre que Béhaim fit connaître ces tables aux marins portugais et leur fournit ainsi le moyen de déterminer la latitude par la hauteur du soleil. On alla même plus loin. Si Béhaim avait apporté les *Éphémérides* aux marins portugais, il avait bien pu aussi leur procurer des instruments astronomiques. On en fabriquait précisément à Nuremberg, et c'est une des raisons pour lesquelles Régiomontan y était venu fixer sa résidence. Les services rendus par Béhaim et par la science allemande aux Portugais prenaient ainsi une importance capitale.

Or, voici qu'un érudit portugais, M^r Joaquim Bensaude, qui a patiemment repris l'étude de toutes ces questions¹, vient de constater ce fait inattendu que les tables de déclinaison du soleil ne se trouvent pas dans les premières éditions des *Éphémérides*. Il est même douteux qu'elles y aient jamais été introduites².

Les *Éphémérides* indiquent, pour les années comprises entre 1475

plus sûrement qu'il n'avait pu le faire à bord avec un grand astrolabe de bois, d'environ 60^{cm} de diamètre (3 palmos), qu'on installait sur un pied, ou avec d'autres, plus petits, en laiton.

1. JOAQUIM BENSAUDE, *L'Astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*. [Tome I.] Bern, Max Drechsel, 1912. In-4, 290 p.

2. M^r EUG. GELCICH a reproduit le commencement d'une table de déclinaison du soleil qu'il aurait empruntée à une édition des *Éphémérides* parue à Tubingue en 1559. (EUG. GELCICH, *Die Instrumente und die wissenschaftlichen Hilfsmittel der Nautik... Festschrift der Hamburgischen Amerika Feier*, Hamburg, 1892, t. I, p. 75, note 1.) Mais il a dû faire une confusion avec l'édition de Tubingue (1559) d'un autre recueil de RÉGIOMONTAN dont il va être question, la *Tabula directionum*. Dans tous les cas, l'introduction tardive d'une table de déclinaison du soleil dans les *Éphémérides* n'aurait aucune importance pour la question qui nous occupe.

et 1506, la position occupée chaque jour, dans les signes du Zodiaque, par le Soleil, la Lune et les cinq planètes Saturne, Jupiter, Mars, Vénus et Mercure. Elles ne font pas connaître la distance du soleil au pôle, élément indispensable pour le calcul de la latitude, et sont surtout destinées aux astrologues qui prétendaient tirer de la position des astres dans le ciel la prévision de l'avenir.

A la vérité, Régiomontan a inséré des tables de déclinaison du soleil dans un autre de ses ouvrages, la *Tabula directionum*, imprimée en 1475, mais la valeur de la déclinaison n'y est donnée que d'après la position du soleil dans les signes du Zodiaque. Il fallait donc, pour calculer la latitude, être en possession à la fois des *Éphémérides* et de la *Tabula directionum*, et savoir s'en servir. M^r Bensaude a raison de dire qu'il était impossible de mettre des tables aussi compliquées entre les mains des marins portugais. Nous verrons d'ailleurs que celles dont ils ont fait usage ne doivent absolument rien à Régiomontan.

Mais il existe un autre recueil, resté longtemps ignoré, qui contient aussi des tables de déclinaison, c'est l'*Almanach perpetuum*, ouvrage d'un savant juif, Abraham Zacuto, qui enseigna l'astronomie à l'Université de Salamanque, de 1474 à 1492, et passa ensuite en Portugal¹. L'*Almanach perpetuum* avait été rédigé en hébreu. Il fut traduit en latin par un autre savant juif, Joseph Vizinho, et publié dans cette langue à Leiria, en 1496. Ce Joseph Vizinho, qui fut médecin de Jean II, et dont on verra plus loin le rôle très important, est certainement le « maître Joseph » de la junte.

L'*Almanach perpetuum* de Zacuto a l'avantage de fournir en un seul volume toutes les données nécessaires à la détermination de la latitude ; mais il ne dispense pas de faire des calculs assez compliqués. Pas plus que les ouvrages de Régiomontan, ce recueil de 316 pages, contenant 56 tables différentes, n'a été rédigé pour des marins inexpérimentés et n'est à leur portée. D'ailleurs tous ces ouvrages sont en latin.

Et voici un nouveau service rendu à la science par M^r Bensaude. Il a retrouvé un des manuels pratiques dont se sont servis les marins

1. *Almanach perpetuum* est le titre d'une des parties de ce recueil, dont le titre complet, dans la première édition que possède la Bibliothèque S^{te} Geneviève de Paris (OE 825), est le suivant : *Tabule tabularum celestium motuum astronomi Zacuti nec non stellarum fixarum longitudes ac latitudes ad motuum veritatem mira diligentia reducte ac in principio canones ordinatissime incipiunt felici sidere. On lit à la fin : Expliciunt tabule tabularum astronomice Raby Abraham Zacuti astronomi serenissimi Regis Emanuel Rex portugalie et cet. cum canonibus traductis a lingua ebrayca in latinum per magistrum Joseph Vizinum discipulum ejus actoris operu et arte viri solertis magistri ortas [sic] curaque sua non mediocri inpressione complete existunt felicibus astris anno a prima rerum etherearum circuitione 1496 sole existente in 15 g. 53 m. 35 s. piscium sub celo leyree. Sub celo leyree indique le lieu d'impression : Leiria.*

portugais à l'époque des grandes découvertes, recueils rédigés sans aucun doute pour leur usage, celui peut-être qui a été préparé par les membres de la junte, dans tous les cas une œuvre qui dérive directement de ce prototype.

C'est un petit incunable en langue portugaise dont on ne connaît qu'un seul exemplaire, conservé à la Bibliothèque royale de Munich. Il n'était pas ignoré, mais n'avait pas, jusqu'à présent, suffisamment attiré l'attention, sans doute à cause des difficultés de lecture et d'interprétation qu'il présente. Il se compose de deux parties : 1° le *Règlement de l'astrolabe et du quadrant pour déterminer chaque jour la déclinaison, l'emplacement du soleil et la position de l'étoile polaire*¹ ; 2° le *Traité de la sphère*, et, formant comme un appendice à cette seconde partie, la traduction en portugais de la curieuse lettre écrite de Nuremberg au roi Jean II par le Docteur Münzer (Monetarius) pour lui montrer les avantages de la route des Indes par l'Ouest et lui proposer, au nom de l'empereur Maximilien, de confier à Béhairn le soin de tenter l'aventure². C'est exactement le projet de Colomb. Datée de juillet 1493, cette lettre, inspirée sans aucun doute par Béhairn, arrivait un peu tard. En mars de la même année, Colomb était de retour de son premier voyage. Pourquoi fut-elle insérée dans ce recueil ? M^r Bensaude pense que c'est à cause des éloges qui y sont prodigués à Jean II, peut-être sur le désir de Jean II lui-même, car elle avait été traduite en portugais, comme il est dit au titre, par son propre « prédicateur », Alvaro da Torre. S'il en était ainsi, l'édition originale — à moins que le recueil, comme il est très possible, ne soit resté d'abord manuscrit — serait antérieure à 1495, année de la mort du roi. L'édition originale et non pas l'exemplaire de Munich, qui ne serait, paraît-il, qu'une réimpression faite hâtivement et sans aucun soin³. Il est regrettable que la première page du frontispice soit à moitié déchirée. Elle contenait l'indication du lieu d'impression, le nom de l'imprimeur et peut-être la date. On n'y peut plus lire que la fin du nom de l'imprimeur : ... *pos*. M^r Conrad Hæbler, grand connaisseur des incunables ibériques, suppose que le nom entier devait être Hermao do Campos. Le premier travail typographique qu'on connaisse de cet imprimeur, allemand d'origine, est daté de Setubal, 1509. En réalité, la date d'impression du *Règlement* de Munich reste très incertaine.

Le *Traité de la sphère*, qui forme la seconde partie du recueil, est

1. *Regimento do estrolabio e do quadrante pera saber ha declinaçom e ho logar do soll em cada huùm dia e asy pera saber ha estrella do norte.*

2. *Tractado da Spera do mundo tyrada de latim em liguougem com ha carta que huũ grande doutor aleman mandou ao rey de purtugall dom Joham el segũdo.*

3. C'est l'opinion de M^r OTTO HARTIG. Il convient cependant, pour se prononcer sur ce point, d'attendre la publication du fac-similé du *Règlement* de Munich que prépare M^r BENSAUDE.

une traduction portugaise de la *Sphère* de Sacro Bosco, petit manuel d'astronomie, ou mieux de cosmographie, qui fut en usage au Moyen Age, dans toutes les Universités. On s'explique qu'il ait été joint aux tables. Il s'adressait aux marins désireux de se rendre compte des procédés qui leur étaient enseignés dans la première partie.

Cette première partie est de beaucoup la plus intéressante. Elle comprend : 1° des instructions minutieuses pour déterminer la latitude, avec dix-sept exemples correspondant à différentes positions que l'observateur peut occuper sur la sphère terrestre. — 2° Le *Règlement de l'étoile polaire*. C'est le moyen de prendre la latitude en mesurant la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon. Comme cette étoile ne coïncide pas exactement avec le pôle, il y avait des corrections à faire à la valeur de l'angle observé. Habituellement, on examinait la position des « gardes » (α et β de la Petite Ourse), par rapport au pôle. Le *Règlement* indique les corrections qu'il faut faire suivant que l'étoile polaire est au-dessus ou au-dessous du pôle, et que les gardes sont, comme il est dit, « dans la tête » (culmination supérieure), « dans le pied » (culmination inférieure) « dans le bras de l'Est » ou « dans le bras de l'Ouest ». — Il n'est fait aucune allusion dans le *Règlement* à la détermination directe de la hauteur du pôle dans l'hémisphère Sud. On ne connaissait pas encore suffisamment les étoiles voisines du pôle antarctique. — 3° Une liste des latitudes correspondant aux principales positions de la côte occidentale d'Afrique, jusqu'à l'équateur seulement. Elles sont au nombre de 60. M^r Bensaude fait observer qu'un décret royal de 1504 avait défendu de reproduire, sur les cartes nautiques, le dessin des côtes au delà de l'embouchure du Congo. Ce serait pour se conformer à cet ordre que l'auteur du recueil n'aurait pas étendu plus loin sa liste. Plus tard les mêmes précautions ne furent plus observées. Nous verrons qu'un *Règlement* postérieur indique les latitudes pour toutes les côtes découvertes par les Portugais. Il n'est pas sûr cependant que, même avant 1504, dans un recueil officiel, on n'ait pas voulu fournir d'indications précises sur les découvertes dont on voulait garder le secret. — 4° Un *Règlement* ou une table pour évaluer sur la carte le chemin parcouru par le navire. On sait qu'un navire, suivant toujours la même direction, se déplace sur la sphère suivant une courbe. Il est très important de savoir quelle est la distance parcourue, lorsque le navire s'est déplacé, par exemple, d'un degré de latitude, et de combien il s'est écarté de la méridienne. Depuis longtemps les marins italiens avaient construit des tables de ce genre. C'est la *Toleta de Marteloio* qu'on trouve reproduite sur un certain nombre de portulans. — Enfin, 5°, un calendrier, pour les douze mois, sans indication d'année. Ce calendrier indique, pour chaque jour de l'année, la position du soleil dans les signes du Zodiaque (en degrés) et la déclinaison (en degrés

et minutes). L'année choisie est bissextile. Ces tables sont la partie essentielle du recueil. Voyons comment elles ont été dressées et quelle en est la valeur.

Nous possédons aujourd'hui, pour l'usage des astronomes et des marins, des tables annuelles contenant pour chaque jour toutes les indications utiles sur la position des astres. La plus ancienne est la *Connaissance des Temps*, publiée régulièrement depuis 1679 par les soins de l'Académie des Sciences d'abord, du Bureau des Longitudes ensuite. Toutes les observations s'y rapportent à la longitude de l'Observatoire de Paris. On y trouve, pour chaque jour, la valeur de la déclinaison solaire pour le Midi vrai et le Midi moyen. On y trouve aussi la valeur de la correction à faire subir à ces nombres pour une différence de longitude de un degré. Les marins, quand ils font le point, ont en effet, aujourd'hui, des moyens commodes de connaître la longitude. Elle leur est fournie par la différence de l'heure observée directement avec celle du méridien de Paris, conservée sur des chronomètres de précision, ou journalièrement transmise par la télégraphie sans fil. Au xv^e et au xvi^e siècle, il ne pouvait être question de tenir compte de la différence de longitude. On ne savait encore déterminer la différence d'heures que par l'observation des éclipses. Le problème de la longitude a été le cauchemar de tous les savants, jusqu'au moment où l'on a possédé de bonnes montres marines. Mais si l'on remarque que, dans son mouvement apparent, le soleil ne se déplace, sur la sphère céleste, que d'un degré environ par vingt-quatre heures, pour des points peu éloignés les uns des autres en longitude, comme c'était le cas, lorsque les Portugais s'avançaient le long de la côte d'Afrique, la correction, étant donné l'imperfection des instruments et les difficultés des observations en mer, par suite des mouvements du navire¹, pouvait être considérée pratiquement comme négligeable.

Il n'était guère possible de publier alors des tables annuelles. Mais on pouvait se proposer d'en construire pour des périodes d'années plus ou moins longues, on pouvait même essayer de construire des tables perpétuelles, et c'est ce qu'on a tenté de faire.

Si l'année correspondait à un nombre exact de jours, le soleil occuperait chaque jour, à une année d'intervalle, la même position dans le ciel, et par conséquent des tables de déclinaison, calculées pour une année, pourraient servir indéfiniment. Mais l'année comprend 365 jours et une fraction qui fut évaluée, lors de la réforme du calendrier par Jules César (calendrier Julien), à un quart. D'où la nécessité, pour rétablir la concordance, d'ajouter, tous les quatre ans,

1. « Il me semble presque impossible de prendre la hauteur des étoiles en mer, dit maître João, pilote de CABRAL, parce que pour peu que le navire roule, on fait des erreurs de 4 à 5 degrés, de façon qu'on ne peut la prendre qu'à terre. »

un jour supplémentaire, c'est l'année bissextile. Cette évaluation d'un quart est, comme on sait, un peu trop forte, si bien que, au xvi^e siècle, lors de la réforme introduite en 1582 par le pape Grégoire XIII (calendrier Grégorien), l'année astronomique était en avance de 10 jours sur l'année civile. Mais admettons que l'évaluation d'un quart soit exacte. Au bout de quatre années, y compris l'année bissextile, la position du soleil dans le ciel se retrouvera la même, et par conséquent des tables de déclinaison dressées pour chacune des années d'un cycle de quatre ans pourront servir pour les quatre années du cycle suivant. C'est le principe adopté par Zacuto dans son *Almanach perpetuum*. Mais, comme il n'ignore pas que cette évaluation est trop forte, il introduit, pour passer de chaque cycle au cycle suivant, une correction de 1'46'' en plus. Il a même calculé à l'avance, dans une petite table spéciale, la *Tabula equationis solis*, la valeur de cette correction depuis l'année initiale 1473 jusqu'au 34^e cycle, c'est-à-dire jusqu'en 1617. L'*Almanach perpetuum* comprend donc, pour chacune des années du cycle et pour chaque jour : la position du soleil dans les signes du Zodiaque ; une table de correction pour passer d'un cycle au cycle suivant ; une table de déclinaison pour chaque degré du soleil en longitude.

Un exemple, reproduit par M^r Bensaude, permettra de se rendre compte des opérations nécessaires. Soit à trouver, au moyen de l'*Almanach perpetuum*, la déclinaison du soleil le 15 mars 1495. Il faut d'abord savoir à quelle année du cycle de quatre ans correspond 1495. L'année initiale adoptée étant 1473, 1495 correspond à la troisième année du sixième cycle. La table de la troisième année donne pour la position du soleil dans les signes du Zodiaque le 15 mars : Bélier, 3° 47' 35''. Mais cinq cycles s'étant écoulés depuis 1473, il y a une correction à apporter à ce nombre : elle est, en plus, d'après la *Tabula equationis solis*, de 8' 50'', soit, pour la position du soleil dans les signes le 15 mars 1495 : Bélier, 3° 56' 25''. La déclinaison n'étant donnée que pour chaque degré de longitude, il faut, par un calcul de proportion, évaluer ce qui revient à 56' 25''. On trouve ainsi pour la déclinaison : 1° 34' 34''.

Le *Règlement de l'astrolabe* du recueil de Munich supprime tous les calculs, par une simplification poussée jusqu'à l'extrême. La déclinaison est donnée pour chaque jour de l'année, sans tenir compte du cycle de quatre ans, ni, à plus forte raison, de la correction à apporter pour passer d'un cycle au cycle suivant, ce qui revient, en somme, à supposer : 1° que l'année comprend un nombre exact de jours, et 2° que le soleil se déplace uniformément d'un degré en longitude, dans le ciel, pour chaque jour de l'année. Mais ici une difficulté se présente. Comment faire concorder les 360 degrés du grand cercle avec les 365 ou 366 jours de l'année suivant qu'elle n'est pas

ou qu'elle est bissextile? On l'a résolue en attribuant arbitrairement la même longitude à plusieurs journées. Il n'y a donc plus qu'une seule table, et l'année choisie est l'année bissextile, car il fallait bien attribuer une longitude au 29 février, lors des années bissextiles. Il n'y a plus qu'une lecture à faire. En face de chaque jour, une première colonne indique la longitude du soleil dans les signes (en degrés), une seconde et une troisième la déclinaison en degrés et en minutes. On aurait même pu supprimer la colonne qui donne la position du soleil dans les signes, puisqu'il n'est pas nécessaire de la connaître pour lire, à côté, la valeur de la déclinaison. C'est sans doute une concession faite à la tradition et, de cette façon, ces tables pouvaient encore être utilisées par les astrologues. Mais quelle approximation va-t-on atteindre par des procédés aussi grossiers? Il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer la valeur de la déclinaison calculée pour le 15 mars 1495 à l'aide de l'*Almanach* de Zacuto avec celle qu'on trouve directement, pour la même date, dans le *Règlement* de Munich, soit : $1^{\circ} 36''$. La différence est simplement de $1' 26''$. On estimait sans doute que cette différence était de peu d'importance, au prix de la simplification obtenue. Et quelle simplification! Si tu veux savoir la latitude de l'endroit où tu te trouves, disent à peu près les instructions du début, prends avec l'astrolabe ou le quadrant la hauteur du soleil à midi, lorsqu'il est le plus haut dans le ciel. Cherche dans la Table la déclinaison. Alors plusieurs cas peuvent se présenter. Si tu es au printemps ou en été (c'est-à-dire à l'époque où la déclinaison est boréale), observe si l'ombre s'étend vers le Nord ou vers le Sud. Si l'ombre est vers le Nord (c'est le cas lorsque l'observateur est placé entre le pôle et le tropique du Cancer), retranche de $90'$ la hauteur observée et ajoute la déclinaison. Si l'ombre est vers le Sud (ce qui arrive si l'observateur est entre le tropique du Cancer et l'équateur), ajoute la hauteur à la déclinaison et retranche 90° de la somme. Et ainsi de suite pour les autres cas. C'est la détermination de la latitude mise à la portée du premier venu.

Ces tables par trop primitives furent bientôt améliorées. En 1883, M^r Luciano Cordeiro signalait l'existence dans la Bibliothèque d'Evora, en Portugal, d'un autre petit volume en langue portugaise, non daté, mais certainement postérieur au *Règlement* de Munich. Comme celui-ci, il se compose de deux parties : un *Règlement de l'astrolabe et du quadrant*, et la traduction de la *Sphère* de Sacro Bosco¹. Ce recueil s'adresse à des marins déjà plus expérimentés. Les tables se rapportent au cycle de quatre années, mais sans correction pour passer d'un cycle au suivant. Il suffit donc de savoir,

1. *Tractado da Spera do mudo tirada de latim em lingoagê portuges. — Seguese ho regimento da declinaçam do sol. — Com ho regimento da estrella do norte.*

pour choisir entre les quatre tables, en quelle année du cycle on se trouve depuis l'année bissextile prise comme année initiale.

Ces deux traités ne furent pas les seuls. M^r Bensaude en signale plusieurs autres, inspirés des mêmes méthodes, et sur lesquels il se propose de revenir. Le plus intéressant est celui que Pedro Nunes, un juif converti, publia en 1537. Il revient tout simplement au système de Zacuto, c'est-à-dire à quatre tables donnant la longitude du soleil dans les signes, mais pour un cycle seulement, celui qui comprend les années 1537 à 1540, et à une table unique de déclinaison calculée pour chaque degré de longitude du soleil.

Comment les tables du premier en date de tous ces manuels pratiques, le *Règlement* de Munich, ont-elles été dressées? Il est facile de constater que, pour chaque longitude du soleil dans les signes, la valeur de la déclinaison est exactement celle que donne Zacuto. Elle diffère au contraire de celle que donne la *Tabula directionum* de Régiomontan. On pouvait d'ailleurs *a priori* être assuré que les tables du *Règlement* de Munich ne devaient rien à Régiomontan, car la déclinaison maxima, qui est égale à l'angle mesurant l'obliquité de l'écliptique, est de 23° 33' dans le *Règlement*, comme dans l'*Almanach* de Zacuto, et de 23° 30' seulement dans la *Tabula* de Régiomontan.

Voilà donc retrouvées des tables dressées sans aucun doute pour l'usage des marins, et qui se perfectionnent à mesure que ceux auxquels on les destine deviennent plus instruits et plus habiles. Et la preuve existe — si elle était nécessaire — qu'elles ont vraiment servi à la navigation. Dans une lettre qu'il écrit au roi de Portugal le 1^{er} mai 1500, un des pilotes de Cabral, maître João, « bachelier-ès-arts et en médecine », rend compte d'une observation de latitude qu'il a faite à terre le 27 avril précédent. « Nous avons trouvé, dit-il, que la hauteur du soleil à midi était de 56° et l'ombre septentrionale. D'après les Règles de l'astrolabe, nous jugeons être éloignés de l'équateur de 17° et par conséquent avoir 17° vers le pôle antarctique, comme cela se déduit de la Sphère. » C'est exactement le nombre que fournit le *Règlement* de Munich, à condition toutefois de changer le mot septentrional en méridional. Il y a là une inadvertance certaine de l'auteur ou du copiste, car au mois d'avril, pour un observateur placé entre l'équateur et le tropique du Capricorne, l'ombre ne peut être que méridionale. On remarquera les expressions : Règles de l'astrolabe (*reglas del astrolabio*) et Sphère (*espera*). Elles désignent certainement un recueil qui comprenait à la fois le *Règlement* et la *Sphère* de Sacro Bosco, comme le recueil de Munich, et l'on en pourrait conclure que ce recueil, imprimé ou manuscrit, existait dès l'année 1500.

Mais ce petit manuel est-il vraiment celui qu'ont composé les

membres de la junte ? Il répond si bien à ce qu'en dit Barros qu'on serait tenté de l'affirmer. Pour adapter aux besoins de la navigation l'*Almanach* de Zacuto, maître Joseph surtout était tout à fait qualifié. D'ailleurs il avait fait ses preuves.

Dans une de ces précieuses notes que Colomb inscrivit dans quelques-uns des livres qui lui ont appartenu, on lit ceci : « Le roi de Portugal envoya en Guinée, en l'année du Seigneur 1485, maître Joseph, son médecin et son astrologue, pour savoir la hauteur du soleil dans toute la Guinée, ce qu'il a exécuté et communiqué au dit sérénissime roi, moi et d'autres étant présents, le 11 mars.... Plus tard, le dit sérénissime roi envoya encore souvent des observateurs à d'autres endroits de la Guinée... et trouva toujours les résultats d'accord avec ceux de maître Joseph.... » Maître Joseph, c'est sans aucun doute possible le personnage de la junte. Et nous savons que le recueil de Munich contient précisément une table des latitudes de la côte d'Afrique jusqu'à l'équateur.

Pourtant on ne peut être aussi affirmatif. Barros ne nous apprend pas à quelle date fut réunie la junte. Si Béhaim en a fait partie, ce ne peut être qu'entre le mois de juin 1484, où il arriva en Portugal, et le printemps de 1490, où il revint faire un assez long séjour à Nuremberg¹. Mais, comme on l'a vu, nous ne savons pas quand fut imprimé pour la première fois le *Règlement* de Munich. Il a pu s'écouler un temps assez long entre le moment où ces tables furent préparées et celui où elles furent données à l'impression. Il ne serait pas invraisemblable qu'elles n'aient pas été au début rendues publiques. Pour toutes ces raisons il est bien permis de se demander si Zacuto lui-même n'y a pas mis la main. Lorsqu'il quitta l'Espagne, en 1492, pour venir se fixer en Portugal, il y fut très bien accueilli, puisque Jean II et son successeur Manuel se l'attachèrent comme astronome. Or, un autre historien portugais, Gaspar Correa, antérieur à Barros et dont le témoignage est d'autant plus précieux qu'il se trouvait probablement dans l'Inde en 1512, et qu'il a connu personnellement ceux qui avaient participé à la découverte, parle longuement de Zacuto. Il dit comment le roi Manuel le consulta sur le voyage de Gama, et comment Zacuto donna à Gama des instructions. Il en donna d'ailleurs à bien d'autres marins, comme il résulte des passages suivants : « Quand les pilotes avaient pris la position exacte du soleil et fait le calcul suivant le *Règlement* et d'après les tables de chaque année,

1. BÉHAÏM fit un premier séjour en Portugal de 1484 à 1490. Il y revint en 1493 et y mourut en 1507. Mais il est peu vraisemblable que la junte ait été réunie pendant cette seconde période. De la fin de l'année 1493 au mois de novembre 1494 BÉHAÏM fit encore un voyage en Flandre, et le roi JEAN II mourut en octobre 1495. D'ailleurs, comme on le verra plus loin, ZACUTO vint se fixer en 1492 en Portugal. On ne s'expliquerait guère, s'il avait alors habité le Portugal, qu'il n'eût pas été appelé à faire partie de la junte.

ils savaient le nombre de lieues du chemin parcouru. Ceci fut enseigné par le juif Zacuto à quelques pilotes que le roi avait délégués. Ils apprirent comment et de quelle façon ils devaient prendre la hauteur du soleil à midi avec l'astrolabe et comment ils devaient faire les calculs d'après les tables du Règlement. Dans tout ceci Zacuto a très bien instruit les pilotes que le roi envoya ensuite dans un voyage d'essai. » Et ailleurs : « ils naviguaient d'après le Règlement que Zacuto leur avait donné et que les pilotes avaient essayé auparavant ».

Il est certainement fait allusion, dans le premier de ces passages, à un *Règlement* plus complet que celui de Munich, puisqu'il y est question « des tables de chaque année ». Mais Correa, qui n'était pas un marin, était-il bien renseigné sur les tables primitives qu'on n'utilisait plus de son temps? Il est bien difficile de ne pas admettre que Zacuto, qui vint se fixer en Portugal en 1492, dont l'almanach fut sans doute traduit en latin par maître Joseph pendant son séjour dans ce pays, puisque la traduction n'y fut imprimée qu'en 1496¹, n'ait pas été appelé au moins à donner son avis sur un recueil qui n'était en somme qu'une simplification de ses propres tables. Peu importe d'ailleurs si quelques détails restent dans l'ombre. L'essentiel, grâce aux recherches de M^r Bensaude, n'est plus aujourd'hui douteux. Les procédés de navigation des marins portugais à l'époque des grandes découvertes ne leur furent pas enseignés par Béhaïm, dont le rôle dans la junte, si vraiment il en a fait partie, ne peut avoir été que des plus modestes². Ce n'est pas le moment de revenir sur ce personnage qui a trop longtemps joui d'une réputation usurpée. Peschel avait déjà signalé les singulières inexactitudes qu'on peut relever sur son globe. L'embouchure du Congo y est placée au delà du tropique, par 38° lat. S. Pour un homme qui prétendait y être allé, on s'explique mal de pareilles erreurs.

Il reste une dernière question à résoudre. Si les connaissances astronomiques des marins portugais dérivent en somme de Zacuto, d'où Zacuto lui-même les tenait-il? Tout simplement d'une longue tradition qui, par les Arabes, remonte jusqu'aux Grecs. Il appartient à cette lignée d'astrologues, juifs pour la plupart, qui pendant tout

1. Il paraît même résulter de la déclaration placée par VIZINHO à la fin du volume que ZACUTO en a surveillé l'impression. C'est du moins ainsi qu'il semble qu'il faille comprendre ce passage assez obscur : *actoris opera et arte viri solertis magistri ortas [sic] curaque sua non mediocri inpressione complete.*

2. Le témoignage de BARROS est formel. Il est pourtant bien singulier, si BÉHAÏM fut appelé par le roi à faire partie de la junte, qu'il ait cru devoir, un peu plus tard, se faire recommander et presque présenter à lui dans la lettre de MÜNZER. BARROS, qui écrivait une cinquantaine d'années après ces événements, n'a-t-il pas pu être dupe d'une légende? (Voir L. GALLOIS, *Martin Béhaïm*, dans *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 262-267.)

le Moyen Age s'appliquèrent passionnément à chercher dans les mouvements des astres le secret de la destinée humaine. Faut-il rappeler l'extraordinaire faveur dont a joui l'astrologie jusqu'au xvi^e et même jusqu'au xvii^e siècle? Régiomontan écrivit tout un livre, le *Temporal*, sur le moment favorable pour se faire saigner, prendre des pilules, se marier, se faire couper les cheveux, suivant la position du soleil dans les signes du Zodiaque. Et, toute sa vie, Képler tira des horoscopes moyennant salaire, sans y attacher d'ailleurs autrement d'importance. « Combien serait petit, disait-il, le nombre des savants qui se dévoueraient à l'astronomie, si les hommes n'avaient pas espéré lire les événements futurs dans le ciel ¹ ! »

Or, pour déterminer la position des astres dont on prétendait faire dépendre les événements humains, des tables astronomiques étaient souvent nécessaires. M^r Bensaude en signale plus d'une douzainé qui furent construites avant le xvi^e siècle, dans la péninsule ibérique, en Languedoc et en Provence. M^r Paul Tannery avait déjà fait connaître, il y a quelques années, un *Traité du Quadrant*, composé vers 1276 à Montpellier par maître Robert Anglès. L'ouvrage contient cinq tables, quatre donnant la position du soleil dans les signes, jour par jour, pour le cycle compris entre 1292 et 1295, la cinquième donnant, pour chaque degré de longitude du soleil, la valeur de la déclinaison ². C'est exactement sur ce modèle qu'ont été établies, deux siècles plus tard, les tables de Zacuto.

L'utilité pour les marins des observations astronomiques semble même n'avoir pas échappé à certains savants du Moyen Age. Dans la dernière partie du xiii^e siècle, le catalan Raymond Lulle avait écrit un « Art de Naviguer » qui est perdu, mais sur l'une des figures de sa Géométrie on peut voir un astrolabe pour connaître l'heure pendant la nuit, qui, dit-il, est d'une grande utilité pour les marins ³. Rappelons encore que sur les portulans de luxe, comme la Carte catalane, on dessinait souvent des figures accompagnées de tables dont quelques-unes ne pouvaient guère servir qu'à la pratique de l'astrologie. Toutefois, on n'y trouve rien, avant le xvi^e siècle, qui concerne la détermination des latitudes.

Le livre de M^r Bensaude éclaire parfaitement des questions qui jusqu'à présent étaient restées obscures, et dont la solution intéresse

1. Cité par G. BIGOURDAN, *L'Astronomie. Evolution des Idées et des Méthodes*, Paris, 1911, p. 26.

2. PAUL TANNERY, *Le Traité du Quadrant de maître Robert Anglès (Montpellier, XIII^e siècle)*. Texte latin et ancienne traduction grecque (*Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale... Publiés par l'ACADÉMIE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES*, XXXV, 1897, 2^e partie, p. 561-640).

3. Cité par NAVARRETE, *Biblioteca Maritima Española. Obra postuma*, Madrid, 1851, II, p. 657.

grandement les débuts de l'histoire des découvertes. Il apparaît avec évidence que c'est au Portugal qu'ont été pratiqués, pour la première fois en Occident, les procédés de direction du navire par l'observation des astres, sans lesquels il eût été impossible d'entreprendre des expéditions aussi aventureuses. Du Portugal ils ont passé en Espagne. Dans sa *Suma de Geographia* (1519), Fernandez de Enciso copie des passages entiers du *Règlement* de Munich. Un pilote portugais, Francisco Faleiro, écrit pour l'usage des Espagnols le plus important traité de navigation qui ait paru jusqu'alors, le *Tratado del Esphera y del arte de marear* (1535). Ces deux ouvrages contiennent naturellement des tables de déclinaison du soleil. Nous pouvons ajouter qu'ils ont aussi passé en France, puisque la *Cosmographie* d'Alphonse de Saintonge (1544), qui n'est qu'une adaptation de l'œuvre d'Enciso, reproduit les tables, calculées pour le cycle de quatre ans, du *Règlement* d'Evora¹.

L. GALLOIS.

1. *La Cosmographie avec l'espère et régime du Soleil et du Nord*, par JEAN FONTENEAU dit ALFONSE DE SAINTONGE, publié et annoté par GEORGES MUSSET (*Recueil de voyages et de documents pour servir à l'histoire de la Géographie depuis le XIII^e jusqu'à la fin du XVI^e siècle*, publié sous la direction de MM^{rs} CH. SCHEFER et HENRI CORDIER, XX), Paris, E. Leroux, 1904; — voir XIV^e *Bibliographie géographique* 1904, n^o 47; XV^e *Bibliographie géographique* 1905, n^o 57; XVI^e *Bibliographie géographique* 1906, n^o 44.