

La Navigation à l'estime

Une comparaison des méthodes employées au XVème/XVIème siècles par les pilotes arabes de l'Océan Indien et par leurs semblables des navires espagnols de l'Atlantique par Claude Jouannès, CLC.

Cette brève étude est établie, pour le côté arabe, sur les œuvres d'Ibn Mâjid et de Sulaimân al-Mahrî, dont les noms vous sont maintenant devenus familiers, et, pour ce qui concerne l'Espagne, sur "L'Art de Naviguer" de Pierre de Médine, un hydrographe espagnol qui fit paraître son ouvrage à Valladolid en 1545. Le livre a été traduit en français et publié à Lyon en 1554 par Nicolas de Nicolai, géographe du roi Henri II¹. La presque contemporanéité de ces auteurs justifie donc que nous juxtaposions un instant leurs méthodes.

Naviguer à l'estime consiste, dans le cours d'une traversée, à suivre la position géographique du navire en "estimant" le chemin parcouru depuis un point de départ de coordonnées connues. Ce calcul, qui implique la connaissance du cap suivi et de la vitesse du navire, était, il y a peu de temps encore, la méthode normale de la navigation entre deux points astronomiques ou bien lorsque le temps couvert interdisait d'observer les astres; on lisait le cap sur le compas et le loch donnait la vitesse du navire, d'où la distance parcourue. Nos manuels proposent toujours les formules simples qui permettent, à partir de ces deux données, de calculer le changement en latitude et le chemin parcouru vers l'Est ou vers l'Ouest. Pour mémoire, elles sont :

$$\Delta\Phi = m \cdot \cos V \quad \text{et} \quad e = m \cdot \sin V$$

dans lesquelles $\Delta\Phi$ est le changement de latitude produit par la traversée considérée, m la distance couverte pendant ce temps, e le chemin parcouru vers l'Est ou vers l'Ouest et V la route suivie par le navire.

La latitude était aux XV/XVIèmes siècles, la seule coordonnée dont les pilotes avaient -à peu près- la maîtrise. Le mot recouvre deux notions différentes en Orient et en Occident. Chez les Arabes, la "latitude" était mesurée par la hauteur sur l'horizon de l'étoile Polaire (Jâh) lorsqu'elle était au plus bas de sa trajectoire, c'est-à-dire à son passage au méridien inférieur.

¹ Traduction rééditée sous sa forme originale à Paris en 2000 par la société d'éditions "Les Belles Lettres"

Tel lieu était situé par Jâh 12 signifiait qu'on y observait la Polaire à 12 doigts sur l'horizon lorsqu'elle se trouvait "dans sa maison", c'est-à-dire à la partie la plus basse de sa rotation diurne. Pour les pilotes espagnols, la latitude était, comme de nos jours, la hauteur mesurée en degrés du Pôle sur l'horizon.

Le principe de la longitude était connu dans l'Océan Indien aussi bien qu'en Europe, mais on ne possédait pas le moyen d'en faire commodément le calcul. On pouvait y parvenir d'une façon théoriquement simple en mesurant le temps écoulé entre la manifestation d'un phénomène astronomique quelconque au méridien choisi comme origine de la longitude et sa manifestation au lieu où l'on se trouvait. La question était résolue dès la fin du XVème siècle. On sait que "Vespuce, le 23 Août 1499, observa une conjonction de la Lune et de Mars prédite par Regiomontanus pour minuit juste à Nuremberg²". On voit bien ce qu'avait d'inutilisable ce procédé pour des marins à la mer qui ne pouvaient attendre pour se situer le bon vouloir de ces manifestations du ciel. En fait, ce ne fut qu'au XIXème siècle, avec la construction de montres suffisamment robustes et fiables pour résister aux mouvements du navire que l'on put calculer avec une précision convenable la longitude du navire.

C'est pourquoi, en Orient comme en Occident, l'intérêt des pilotes se porta plutôt vers le calcul de la quantité dont ils s'étaient déplacés vers le levant ou le couchant, ce que nous appelons aujourd'hui le chemin Est/Ouest (e), chemin qui nous est donné par la formule de l'estime indiquée ci-dessus³. Ces deux formules indiquées permettent de nos jours, connaissant la vitesse du navire, le temps écoulé -donc m, la distance couverte- ainsi que l'angle de route V, de calculer le chemin Nord/Sud ($\Delta\Phi$) et le chemin Est/Ouest e. Il semble que les pilotes arabes et espagnols du début du XVIème siècle n'aient pas possédé de moyen convenable de mesurer la vitesse de leur navire, ni, non plus, un moyen assez précis de mesurer le temps écoulé. Les seuls éléments dont ils disposaient étaient la latitude -donc le chemin Nord/Sud- et le cap auquel ils gouvernaient ; c'est pourquoi leur estime consistait, à la différence de la nôtre, à partir des deux éléments ci-dessus, à calculer le chemin E/W et la distance parcourue par le navire. Leurs formules pourraient donc s'écrire ainsi :

$$m = \Delta\Phi : \cos V \quad \text{et} \quad e = \Delta\Phi \cdot \text{Tg } V$$

Pour lesquelles, dans les tables de navigation données par les auteurs, $\Delta\Phi$ possède une valeur fixe déterminée, au pilote de faire la proportion pour sa propre traversée.

² F.Marguet "Histoire de la longitude à la mer au XVIIIème siècle en France". Paris, 1917.

³ Je laisse de côté ici la différence entre changement en longitude et chemin E/W, que tous vous connaissez mais qui ne préoccupait pas ces Anciens.

A) Les pilotes arabes :

Chez les pilotes arabes de l'Océan Indien, la valeur de $\Delta\Phi$, la variation de la latitude, avait été fixée à un doigt, c'est-à-dire, comme nous l'avons vu, à $1^\circ 45'$. Elle était la distance parcourue cap au Nord ou cap au Sud pendant 8 zâms⁴ "techniques". A partir de cette base on définissait deux notions :

- la "tirfâ", qui est la distance à parcourir à un cap donné pour faire varier d'un doigt la latitude.
- les "zâms entre les rhumbs" qui sont le chemin Est/Ouest parcouru entre deux rhumbs voisins après que la latitude ait varié d'un doigt pour chacun d'eux. Pour obtenir le chemin E/W parcouru à un cap déterminé, il fallait donc faire le total des chemins E/W partiels de tous les rhumbs séparant ce cap du Nord (ou du Sud). Ainsi le chemin E/W du NE est la somme des "zâms entre les rhumbs" du Nord au N 1/4NE, du N 1/4NE au NNE, du NNE au NE 1/4N et du NE 1/4N au NE.

Ces deux notions de "tirfâ" et de "zâms entre les rhumbs" sont communes aux trois écoles de pilotes hauturiers qui, selon Sulaimân al-Mahrî, naviguaient en Océan Indien :

- 1 - Les Arabes, les gens du détroit d'Hormuz et ceux de Jashk.
- 2- Les Indiens du Gujerat et du Konkan, à la côte NW de l'Inde.
- 3- Les Cholas de la côte du Coromandel, au SE de l'Inde.

Chacune de ces écoles a ses propres données que Sulaimân al-Mahrî, tout en les mettant en doute, mentionne intégralement dans son commentaire de la Tuhfa. Il indique par ailleurs ses propres chiffres qu'il a calculés, affirme-t-il, à l'aide du "quart de cercle" (rub' al-mujayyib), sorte d'astrolabe simplifié qui permettait de résoudre -en principe- assez facilement les problèmes trigonométriques du triangle rectangle. Pour donner une idée de la précision obtenue par ces marins, sans pour autant vous accabler de chiffres, je ne mentionnerai que deux exemples de chacune des deux notions (m et e) en mentionnant les chiffres de l'école arabe qui avaient cours à l'époque d'Ibn Mâjid, mais que celui-ci a critiqués, ceux de Sulaimân al-Mahrî et, pour finir, les chiffres obtenus par le calcul.

a) les tirfâs ou distances parcourues, exprimées en zâms.

-Cap au NE 1/4N (an-Nâqa) : Arabes 14 Sulaimân 11 Vrai 9,62

⁴ Le terme zâm possède plusieurs significations. Il est d'abord un espace de temps de 3 heures. Il y a 8 zâms dans un jour. Il est aussi la distance parcourue par vent modéré pendant 3 heures et, comme tel, peut être variable selon les conditions de temps et selon le navire. Enfin, comme ici, il peut être "technique", il sert alors au calcul de l'estime. Il est toujours de 3 heures, mais la distance parcourue cap au nord pendant ces 3 heures est d' $1/8^{\text{ème}}$ de doigt ($105'$), ce qui fait un zâm "technique" de $13'1$ et une vitesse "technique" de 4,4 nœuds.

- Cap au E 1/4NE (ath-Thurayyâ) : Arabes 30 Sulaimân 35 Vrai 41

b) chemins E/W exprimés en zâms.

- Cap au NE1/4N	Arabes : 6	Sulaimân 5,4	Vrai 5,35
- Cap au E 1/4 NE	Arabes : 22	Sulaimân 34	Vrai 40,20

J'ajouterais que les pilotes arabes pensaient qu'en faisant cap à l'Est, leur latitude aurait varié d'un doigt après avoir parcouru 40 zâms, ce que niaient Sulaimân et les Cholas qui avaient bien vu que, dans ce cas, les zâms étaient ghair mahsûra, c'est-à-dire illimités.

Si nous prenons l'exemple d'un cap au NE 1/4N (33°457 an-Nâqa), nous voyons que les pilotes arabes estimaient que, pour un changement de latitude d'un doigt, c'est à dire de 8 zâms, ils avaient navigué 14 zâms et s'étaient déplacés de 6 zâms vers l'Est⁵. Or le calcul montre que la distance réellement parcourue est de 9,6 zâms, donc une erreur de 4,4 zâms, soit d'un peu plus de 13 heures de route sur cette traversée et une erreur de 58 milles à la vitesse "théorique" indiquée ci-dessus. On notera que les chiffres donnés par les Arabes pour les chemins E/W sont assez proches de la vérité. Ils ne s'en éloignent notablement qu'à partir de l'ENE jusqu'à l'Est. Ibn Mâjid l'avait remarqué qui divisait ses routes en "rahawiyât" (du Nord au NE1/4E inclus) et en "shaqâqât" (de l'ENE à l'Est⁶). "Les premières s'ajustent bien, dit-il, à l'expérimentation, à la pratique et au calcul. Les secondes sont fausses, continue-t-il, et l'observation des astres est préférable pour se situer".

On ignore comment les pilotes arabes du grand large avaient établi leurs données. Sulaimân al-Mahrî, qui démontre par ailleurs de façon détaillée combien toutes étaient fausses, indique clairement comment lui-même s'y est pris : "la méthode peut être basée sur le "quart de cercle", dit-il, mais aucun pilote ne s'est jamais guidé grâce à lui. Il est de toutes les pratiques la meilleure et la plus exacte et c'est mon école". On notera pourtant certaines différences entre les chiffres proposés par Sulaimân et ceux qu'on obtient par le calcul alors que le "quart de cercle" aurait dû lui permettre d'obtenir les chiffres exacts d'un bout à l'autre du quadrant. Sans doute a-t-il trouvé bon de modifier le résultat de ses calculs au vu de ce qu'il avait observé au cours de ses voyages. En effet, dit-il, sa méthode comporte une part d'empirisme et,

⁵ On notera également dans cet exemple que l'école arabe considérait que l'hypoténuse d'un triangle rectangle était égale à la somme des deux autres côtés : $m = e + AO$.

⁶ Il est évident que les exemples donnés ici, par commodité, du Nord jusqu'à l'Est, sont aussi valables du Nord à l'Ouest, du Sud à l'Est et du Sud à l'Ouest.

par ailleurs, il dit aussi avoir renoncé aux chiffres trop précis pour les raisons suivantes, à nos yeux très "scientifiques" :

- Les fractions dans les chiffres rendent le calcul difficile.
- Le calcul avec les fractions n'élimine pas l'erreur due au cap qui, la plupart du temps, est approximatif.
- La précision des observations ne justifie pas l'usage de ces fractions.
- Il est invraisemblable que le navire à la mer puisse suivre une ligne parfaitement rectiligne d'une côte à l'autre au point de justifier ces fractions.

Cela dit, même s'ils ne nous semblent pas toujours exacts, ses chiffres constituaient un progrès notable lorsqu'on les compare à ceux des pilotes arabes de quelques décennies plus anciens.

La navigation à l'estime était donc théoriquement simple. Grâce à ces tables et mis à part ce qu'elle avaient de fautif, à partir d'un changement de latitude $\Delta\Phi$, connu par l'observation des étoiles et du cap V qu'on lisait au compas, on pouvait connaître la distance m qu'avait parcourue le navire ainsi que la quantité dont on avait progressé vers l'Est ou vers l'Ouest. Ou bien encore, peut-être, si le temps couvert interdisait de mesurer la hauteur des étoiles, à partir de la distance parcourue m (estimée selon les conditions du temps et le nombre des zâms écoulés⁷ et du cap V , on pouvait connaître le changement en latitude et le chemin E/W.

B) Les pilotes espagnols :

Chez les Espagnols comme chez leurs contemporains arabes, le calcul de l'estime était basé sur le changement de latitude AO -cette fois-ci exprimé en degrés- et sur le cap V auquel on gouvernait. Le but du calcul était ici également de connaître, pour un changement de latitude donné et un cap suivi à un rhumb quelconque de la rose, la quantité dont on s'était déplacé vers l'Est ou vers l'Ouest ainsi que la distance parcourue pour effectuer ce changement de latitude. Le livre de Pierre de Médine consacre deux chapitres à ce sujet :

1 - "Comment un pilote cognoistra le vray méridien où il sera par quelque rhumb de vent qu'il navigue".

⁷ Les pilotes arabes mesuraient le temps écoulé, dans la journée, grâce au mouvement du soleil et, la nuit, par la rotation de la Grande Ourse autour du pôle. Un poème entier d'Ibn Mâjid traite de cette dernière méthode. On voit l'imprécision d'un tel procédé (s'il était effectivement utilisé), joint au fait qu'il n'existait pas de moyen pratique d'évaluer la vitesse du navire.

Il établit pour cela deux tables dont les entrées sont, d'une part, $\Delta\Phi$ (dix colonnes de un à dix degrés) et, d'autre part, les sept rhumbs de chaque quadrant qui répondent à ce calcul. Les déplacements E/W sont exprimés en "lieues", un degré valant, selon l'auteur, 17,5 lieues⁸. Je n'indiquerai, là aussi, pour éviter d'importuner, que les exemples de deux caps du quadrant NE de la rose et, pour comparaison, les résultats exacts donnés par le calcul. Les Chemins E/W. exprimés en lieues :

NE1/4N	Médine	11	Vrai	11,69
E1/4NE	Médine	85	Vrai	87,98

2- "Du nombre des lieues qu'on compte pour degré en chacun rhumb de vent de la navigation". C'est à dire, plus clairement, la distance à parcourir à chaque rhumb pour élever ou abaisser la latitude d'un degré.

La distance à parcourir, cap au Nord ou cap au Sud, pour élever ou abaisser la latitude de un degré est, par définition, de 17,5 lieues. Après avoir montré que le navire qui fait une route oblique par rapport au méridien doit faire plus de chemin pour faire varier la latitude de un degré et ce, d'autant plus que la route est proche de l'équateur, Pierre de Médine propose les données ci-dessous auxquelles nous ajouterons , pour comparaison, et dans les conditions mentionnées ci-dessus, les valeurs exactes données par le calcul :

NE1/4N	Médine	21,00	Vrai	21,04
E 1/4 NE	Médine	89,00	Vrai	89,70

Les chiffres des pilotes espagnols sont incomparablement plus exacts que ceux de leurs collègues arabes. Il est évident qu'ils furent calculés par la trigonométrie et non par les tâtonnements de l'expérience.

Les pilotes arabes, lors de leurs grandes traversées océaniques, atterrissaient en latitude sur leurs lieux de destination ou sur leur point de reconnaissance de la côte d'arrivée. Sulaimân al-Mahrî écrit ainsi dans l'Umda : "Lorsque tu es sorti de Dabhol⁹, fais route selon ce que le vent se présente jusqu'à ce qu'il te soit favorable. Prends alors à l'WSW jusqu'à arriver par Jâh 4 doigts 1/8. Fais alors de l'Ouest pour atterrir sur Jardafûn"¹⁰. Ou encore, à propos du voyage de Diu à Mascate : "Si tu es à la fin de février, fais route à l'WNW jusqu'à Jâh 11 doigts. Viens ensuite à l'Ouest, tu

⁸ Il semble qu'en France la lieue marine ait été différente. Augustin Jal, dans son dictionnaire nautique, citant un texte de 1777 écrit : "on se sert aussi de ce terme pour mesurer l'estime et les lieues sont différentes selon les nations... Un degré du ciel répond... à 20 lieues de France et c'est par là qu'on mesure les distances à la mer".

⁹ Port de la côte ouest de l'Inde, 17°34'5N 79°09'5E.

¹⁰ Côte est d'Afrique : le cap Jard Hafun/Scenaghef 11°40'N 51°15'45E.

atterriras sur Tiwî¹¹ ou ses environs". La méthode était logique chez les marins de l'Océan Indien qui partaient en voyage lors de l'établissement de vents saisonniers réguliers et favorables et qui n'avaient guère à leur disposition que la mesure de la latitude. Les périodes où l'on devait lutter contre des vents défavorables étaient assez rares, la plupart du temps pour atteindre la zone des vents propices comme lors du départ de Aden vers la côte orientale d'Afrique quand il fallait batailler contre le vent de NE jusque vers Saihût¹² d'où ce même vent vous conduisait ensuite d'un seul bord jusqu'à Zanzibar.

Tout autre était la navigation des gens de l'Atlantique qui n'avaient à leur service que les vents périodiques mais changeants des dépressions que nous connaissons dans l'hémisphère nord. "Qu'il regarde s'il a un vent propice, dit Pierre de Médine en conseil au pilote, s'il l'a, qu'il fasse sa navigation et le plus tôt sera le mieux. Mais il faut savoir qu'il advient souvent qu'on n'a pas de vent propre à la route et alors on s'aide d'un vent différent". Pour une traversée déterminée, la route était donc variable selon les conditions du vent à l'instant du départ. Selon la direction de ce vent, la route différait d'un ou de plusieurs rhumbs de la direction directe qu'il aurait fallu suivre pour atteindre sa destination. On avait donc conçu des tables qui, selon le nombre de rhumbs qui séparaient la route suivie de celle qu'on aurait dû suivre, donnaient, à partir du nombre de lieues parcourues, la route à prendre pour rallier sa destination¹³ ainsi que le nombre de lieues dont on en était séparé. Le calcul de ces tables était fait pour 100 lieues de distance entre le point de départ et celui d'arrivée et pour un certain nombre de cas de chemin parcouru. Par exemple, si l'on était conduit, du fait d'un vent défavorable, à gouverner à 2 rhumbs de la route normale au NNE qui mènerait à destination -on ferait alors du Nord- la table indique que, lorsqu'on aura navigué 70 lieues -calculées par la formule de l'estime ci-dessus- le port d'arrivée sera à ce moment à 3 rhumbs à droite du NNE, donc au NE 1/4N. Il faudrait donc gouverner à ce cap si l'on voulait -et si l'on pouvait- rejoindre ce port qui serait alors distant de 42 lieues. On se souvient que le calcul a été fait pour une distance initiale de 100 lieues. Au pilote d'ajuster ses chiffres à la distance initiale réelle.

Etablir ces tables consiste à résoudre les triangles ABD et ABA' de la figure ci-contre. L'objet du calcul est de déterminer $\Delta\Phi$, l'angle de route dont

¹¹ Port de l'Oman, 22°50'N 59°16'E.

¹² Port de la côte sud d'Arabie, 15°12'N 51°16'E.

¹³ Plus exactement, cette colonne des tables donne le nombre de rhumbs dont la direction menant au port d'arrivée s'est écartée de sa direction initiale.

il faut abattre après avoir parcouru la distance m , ainsi que m' , la nouvelle distance à laquelle on se trouve de sa destination.

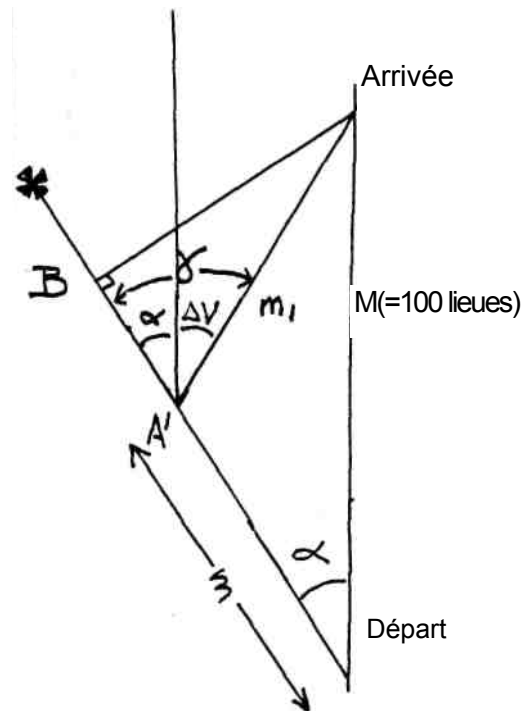
On voit que : $\text{tg } \gamma = AB : A'B$. Or $AB = M \cdot \sin \alpha$
 $M \cdot \sin \alpha = IOO \cdot \sin \alpha$, M étant ici 100 lieues par définition.

$A'B = DB - DA'$ $DB = M \cdot \cos \alpha = IOO \cdot \cos \alpha$
 $DA' = m$, la distance parcourue.

$A'B$ égale donc $IOO \cdot \cos \alpha - m$. D'où $\text{tg } \gamma = IOO \cdot \sin \alpha : 100 \cdot \cos \alpha - m$, relation dans laquelle α et m sont connus. D'où γ et d'où AV puisque $AV = \gamma - \alpha$

Par ailleurs on a $m' = AB : \sin \gamma = M \cdot \sin \alpha : \sin \gamma = 100 \cdot \sin \alpha : \sin \gamma$ équation dans laquelle α et γ sont connus.

Ces formules (on voudra bien me pardonner cet écart dans la trigonométrie plane, utilisable, pourtant, lorsqu'un trop gros morceau de terre n'est pas impliqué) permettent de vérifier les données de Pierre de Médine.



On y relève quelques erreurs grossières, sans doute le fait de l'éditeur ou du copiste, mais la précision de ses résultats reste compatible avec la précision générale des procédés de la navigation de l'époque. Ainsi, dans l'exemple cité plus haut, le calcul donnerait $37^{\circ}2'$ d'abattée au lieu de $34^{\circ}2'$ et 44,4 lieues de distance à sa destination au lieu des 42 annoncés. Ce n'est pas si mal.

La méthode permettait donc au marin espagnol de connaître tout au long de son trajet la route qu'il devrait suivre pour rallier sa destination et à quelle distance il s'en trouvait. Il pouvait ainsi, à tout moment, reprendre une route directe dès que le vent le lui permettrait. Les conditions variables du temps dans notre hémisphère avaient conduit à rechercher ce moyen d'économiser la distance et le temps¹⁴.

Les marins arabes de l'Océan Indien, nous le savons, naviguaient la plupart du temps aux allures portantes dans l'alternance des moussons de NE et de SW. Les dates de leurs voyages étaient définies précisément en jours de "Nairûz", un calendrier solaire qu'utilisaient les marins à qui ne pouvaient convenir, dans l'exercice de leur métier, les dates lunaires en constante dérive dans le cours des années. Par exemple on peut lire dans l'Umda de Sulaimân al-Mahrî : "le meilleur choix de saison au départ de Shihr pour le Gujerât est

¹⁴ Rappelons ici que la projection de Mercator utilisée par nos cartes marines ne fut d'un usage courant chez les marins qu'à la fin du 17^{ème} siècle ou au début du 18^{ème}.

le 140^{ème} jour de Nairûz, pour le Konkan le 130^{ème} et pour la côte du Malabar le 120^{ème} ou bien encore : "la saison de Mogadiscio vers les Maldives est au 310^{ème} jour de Nairûz". Chaque départ de voyage s'effectuait ainsi à date fixe dans l'année solaire tropique et les circonstances qu'on y rencontrait étaient donc chaque fois à peu près semblables. C'est pourquoi il avait été possible, au fil des années, de définir des routes à suivre qui incluaient les effets de la dérive due au vent et au courant, ainsi que celui de la déclinaison magnétique dont on ignorait l'existence à cette époque¹⁵. Par ailleurs, le fait que leurs grandes traversées océaniques -que ce soit du Golfe d'Aden vers l'Inde ou bien de Ceylan vers les Nicobar et Malacca- s'effectuaient le long de routes plus proches du parallèle que du méridien, commandait en quelque sorte leur manière de naviguer en latitude¹⁶.

On voit que si les conditions climatiques différentes de l'Océan Indien et de l'Océan Atlantique avaient fait naître chez leurs pilotes des façons différentes de naviguer, la méthode qu'ils utilisaient pour "estimer" leur position dans le cours du voyage était fondamentalement la même. Tous, à partir d'un changement de latitude déterminé et du cap suivi, déduisaient le nombre de lieues ou de zâms qu'ils avaient parcourus ainsi que le chemin dont ils s'étaient déplacés vers l'Est ou vers l'Ouest. Seuls variaient les détails d'application de cette méthode : la définition de la latitude, l'unité de mesure angulaire (doigt ou degré), la quantité de base du changement de latitude utilisé par les tables (un doigt ou un degré) et enfin la manière d'exprimer les distances (zâms ou lieues). Le tour de l'horizon sur les deux océans était divisé en 32 parties qu'on appelait khann chez les Arabes (un mot venu du persan khâné, logis, compartiment..) et rhumb ou vent en occident.

Il n'est pas sûr que le calcul trigonométrique ait donné au pilote espagnol une meilleure "estimation" de sa position que celle qu'obtenaient les Arabes au temps de Sulaimân al-Mahrî. On sait que la précision d'un ensemble est celle du moins exact de ses éléments et la mesure des hauteurs d'étoiles

¹⁵ Ibn Mâjid avait pourtant parfois constaté une erreur d'une dizaine de degrés sur son compas ; il l'attribuait à une mauvaise qualité de la pierre d'aimant dont il avait frotté l'aiguille. Il s'agissait sans doute là de l'effet de la déclinaison magnétique. Par ailleurs, Pierre de Médine mentionne un phénomène, sans en trouver la cause, et qu'il appelle le Nortester et le Nortester des aiguilles du compas.

¹⁶ Les traversées faites à des routes proches du Nord/Sud se pratiquaient le long de la côte orientale d'Afrique, des côtes de l'Inde et de la presqu'île malaise et donc périodiquement en vue des amers côtiers. On ne se situait, si besoin était, que par des observations astronomiques donnant la latitude.

ou la justesse du cap suivi étaient sans doute aussi approximatifs à l'Ouest comme à l'Est.

Etudier le problème de l'estime au début du XVIème siècle conduirait normalement à évoquer la question des cartes marines. Je m'en abstenrai pourtant. Elles étaient vraisemblablement d'un usage habituel en occident. Pierre de Médine en parle, mais aucun des deux pilotes arabes étudiés ici ne fait allusion à des cartes. Seul, un bref passage du Kitâb al-Fawâ'id d'Ibn Mâjid -mais dont la traduction est l'objet de désaccord- pourrait faire penser qu'il existait des «dessins» sur lesquels étaient placés les îles, les ports et les diverses routes en usage en Mer Rouge. Le mot arabe qui est la cause de ce désaccord est ramânî, présent dans le ms de Paris, mais que Tibbetts et Khoury lisent zamânî. Tibbetts traduit donc ainsi ce passage : "J'ai écrit à ce sujet *en mon temps* dans la Ma'rifat at-Taslît et j'ai mis dans ce travail toutes les routes de la côte arabe, de la côte des Farasân et tous ces lieux".

Le mot ramânî, que l'on trouve encore chez Ibn Mâjid sous la forme rahmânî ou rahmânaj, vient, après métathèse, du moyen-perse râhnâmag (moderne : râhnâmé) qui veut dire "guide". Sur cette base, le texte d'Ibn Mâjid pourrait se traduire ainsi : "j'ai placé à son sujet dans un *guide* [appelé] Ma'rifat at-Taslît ... un dessin où j'ai placé toutes les routes du large de la côte arabe et les routes côtières des Farasân de même que tous les lieux". Ce qui pourrait indiquer qu'Ibn Mâjid avait conçu ses propres cartes des régions qu'il fréquentait. Mais rien ne nous est parvenu de ces "dessins" non plus que de la Ma'rifat at-Taslît, qui viendrait confirmer cette hypothèse.