

2-4^a Holma

2-4

DESCRIPTION

DES

NOUVEAUX INSTRUMENS

CIRCULAIRES À REFLECTION,

Pour Observer avec plus de Précision

Des DISTANCES Angulaires sur MER :

ET DU

CHANGEMENT fait aux SEXTANS ordinaires, pour obtenir une partie des mêmes Avantages :

De la R^e Academia Medica Matritense

Par J. H. DE MAGELLAN,

Gentilhomme Portugais, Membre de la Société Royale de Londres, de l'Académie Imperiale des Sciences de Petersburg, de la Royale de Madrid, & Correspondant l'Académie Royale des Sciences de Paris.

À LONDRES,

Chez P. ELMSLEY, Libraire, dans le STRAND, vis-à-vis SOUTHAMPTON-STREET ;
& W. BROWN, Libraire, au Coin d' ESSEX-STREET, près TEMPLE-BAR ;

MDCCLXXIX.



104100

A P P E N D I X II.

Sur les Instrumens Circulaires.

1. **I**L y a environ quatre ans, que j'ai dit quelque peu de mots, sur la methode, que je crois la plus exacte, & en même tems la plus aisée, pour observer sur mer toute sorte de distances angulaires, avec les *instrumens circulaires à reflection*, & avec les *doubles sextans* de mon invention. Ces dernieres furent l'objet du premier *Appendix* de mon *Traité sur les octans & sextans Anglois*, publié à Paris, en 1775. A' présent je me propose de donner la description des premiers, que j'avois omise alors, parceque j'étois persuadé, que le public ne pouvoit que gagner à l'attendre de la main de Mons. Le Chevalier de Borda, membre très distingué de l'Academie Royale des Sciences de Paris, qui, sans avoir aucune idée de ma découverte, avoit trouvé la même propriété dans ces instrumens, par la quelle ils deviennent infiniment supérieurs aux octans & sextans Anglois *.

2. Ce savant s'attacha à donner préféablement aux instrumens circulaires, le plus haut degré de perfection, dont ils sont susceptibles : & je ne doutois aucunement, qu'il n'en publiât la description, avec le recit de tous les avantages qui en resultent. Cependant, soit que ses engagements au service de la Marine de France, où il est très honorablement employé, l'aient empêché d'accomplir cette tâche; soit qu'en effet son Memoire sur cette matiere, se trouve destiné à paroître dans quelqu'un des volumes de la Collection de la même Académie Royale des Sciences, qui n'est pas encore publié; il est certain, qu'à l'exception d'un assez petit nombre de marins étrangers, tous les autres, même les plus instruits & les plus attachés aux progrès de leur profession, ignorent encore aujourd'hui les avantages de la methode, qui fait l'objet de cet écrit.

* On peut voir cette anecdote à la page 112, N° 364 de mon dit *Traité* : & le même Académicien en fit mention dans le rapport qu'il dressa de mon ouvrage, avec les autres commissaires de l'Academie Royale des Sciences, dont la copie se trouve à page xvi. après les table des matieres du même *Traité*.

3. Feu M. Mayer, professeur célèbre de Gottingue, fût le premier qui proposa un instrument circulaire à réflexion, pour prendre les distances de la Lune aux Etoiles fixes. Mais il n'eût d'autre but, et ne se proposa d'autre avantage, que celui de corriger, ou, pour mieux dire, de diminuer les erreurs provenant de l'imperfection de la division des octans & sextans ordinaires: ce qui est évident par la description, qu'il donna des usages de son instrument, imprimée par ordre du Bureau de la Longitude, à Londres en 1770, à la fin de son traité *Methodus Longitudinum promota*, qui précède les Tables Lunaires de cet astronome. Cette attention de M. Mayer à corriger l'imperfection de la division des instrumens à réflexion, est incontestablement très importante, & absolument nécessaire dans tous les instrumens destinés à mesurer des distances angulaires, comme je l'ai déjà observé dans le N° 25 & suivans du Traité ci-dessus: & Messieurs les Commissaires du Bureau de la Longitude en Angleterre, ne manquèrent pas de s'en occuper dans le tems, ordonnant de comparer deux instrumens circulaires de la construction de M. Mayer, faits par feu M. Bird, avec les octans & sextans Anglois.

4. Deux observateurs très habiles, savoir Mr Campbell, alors Capitaine de vaisseau du Roy, aujourd'hui Amiral d'Angleterre, & M. Bradley, neveu du fameux Astronome de ce nom, actuellement professeur dans l'Académie de la Marine à Portsmouth, furent nommés par le Bureau de la Longitude pour cette opération. M. Wales, astronome Anglois d'un mérite très distingué, rapporte ce fait dans l'excellente introduction, qu'il mit à la tête de ses Observations astronomiques faites dans la Mer du Sud, imprimées l'année dernière (1777) par ordre du même Bureau de la Longitude; & il y ajoute page xxxvi, que d'après ces observations on avoit jugé, que les bons octans & sextans Anglois n'étoient point sujets à avoir ces erreurs considérables, pour la correction des quelles l'instrument circulaire de M. Mayer avoit été imaginé: & comme celui-ci ne pouvoit avoir qu'un raion assez borné, sans devenir incommode dans la pratique, il ne fût plus question d'en recommander l'usage pour la Marine.

5. On voit d'ailleurs une lettre de feu Dr. Bradley, adressée au secrétaire de l'Amirauté d'Angleterre, en date du 14 Avril 1760, imprimée à la suite des Tables Lunaires du professeur Mayer ci-dessus, page cxi; où l'astronome Anglois semble avoir la même objection contre la petitesse du raion des instrumens circulaires de ce dernier, qui, selon la direction de l'inventeur, devoit être de 8 pouces de longueur; car il y dit, page cxiv: que pour éviter les erreurs de la division

vision du limbe, ce que étoit le vrai but de l'instrument circulaire du professeur Mayer, on avoit ordonné au même artiste M. Bird, un sextant dont le rayon étoit double de l'instrument circulaire; & que c'avoit été avec ce sextant que le capitaine Campbell avoit fait les observations pendant sa croisière près de l'Ouëstant, en 1758 & 1759.

6. Cependant il est assez singulier de voir, à la page cxxvii. du même Ouvrage, l'extrait d'une autre lettre, où Mr. Robins parle d'observations très exactes, faites sur mer avec deux petits quadrants à réflexion du même artiste M. Bird, dont le rayon n'avoit pas plus de 7 pouces, comm' il y est dit dans une note au bout de la page. Telle est la fatalité des choses humaines! La petitesse du rayon de ces sextants, n'empêcha pas de faire de bonnes observations, tandis que celui de 8 pouces dans les instrumens circulaires semble ne pas être assez grand pour observer exactement! Heureusement on est revenu de ce préjugé contre les instrumens, dont le rayon n'est pas bien grand: car, si par le moyen d'une loupe on est à même de bien discerner les moindres subdivisions du Nonius d'un instrument quelconque; il est évident qu'on sera à lors dans le cas de s'apercevoir, s'il y a quelq' erreur, ou non. En effet tout le monde sçait qu'on fait à présent de ces instrumens à Londres, dont le rayon n'est quelque fois que de 4 pouces & encore moins: où l'on peut distinguer, sans méprise, par le moyen de la loupe, toutes les minutes, & peut être même les demi-minutes.

7. Il n'est cependant point du tout extraordinaire, que les instrumens circulaires n'aient pas été adoptés en Angleterre, tandis qu'on n'y reconnoissoit aucun autre avantage, que seulement la compensation, ou diminution des erreurs de la division du limbe, que les bon artistes Anglois savent bien éviter dans la construction de leurs instrumens, si l'on veut les payer. Mais il est peut être un peu singulier, qu'on ait fait ici au milieu de Londres un bon nombre de ces instrumens circulaires pour les étrangers, depuis que le Chevalier de Borda & moi, nous avons decouvert, & montré à beaucoup de personnes les autres qualités qui rendent ces instrumens incontestablement superieurs à tous les autres instrumens de ce genre: sans que les Marins Anglois se soient encore avisés d'en faire usage sur mer. Tant il est vrai, que ce sont plus les circonstances, que le mérite réel des choses, qui les font valoir!

8. Mr. le Comte Chastenet de Puy-Segur, Aide Majeur dans une des Esquadres de la Marine de France, sujet d'un mérite très distingué, &
par

6 DESCRIPTION DES NOUVEAUX

par son savoir, & par son caractère personnel, qui passa l'hiver dernier (1777) à Londres, me raconta, qu'ayant mouillé au Cap de Bonne Espérance, lorsque le célèbre circumnavigateur Anglois, le capitaine Cook, y passa dans son dernier voyage à la Mer du Sud, il y a environ deux ou trois ans: il lui montra un de ces instrumens circulaires, dont je viens de parler: & lui en indiqua en même tems les avantages pour les observations sur mer. Le capitaine Cook fut très enchanté des propriétés de cet instrument: il regretta beaucoup de ne pas être à même d'en avoir un pareil pour son usage; & protesta qu'il ne manqueroit pas d'en avoir, & de les faire connoître, à son retour, en Angleterre. J'attendrai cette époque avec impatience, à cause des conséquences utiles, dont le public profitera par la zèle infatigable de ce grand navigateur; & celle dont je parle, en fera de ce nombre.

Description & Avantages des Instrumens Circulaires.

9. Je vais donner la description d'un instrument circulaire à réflexion: & pour abrégé, autant que je pourrai, cet traité, je tâcherai de montrer dans le même tems les qualités qui forment la supériorité de ces instrumens. On en voit un représenté dans la figure 1^{re}; tout empaqueté dans son étui, ou boîte, de mahogany. La figure 2^{de}, le représente à plat, ou, comme on le dit, à vue d'oiseau, & dans la figure 3^{me}, il est représenté selon la section verticale à son plan. Cet instrument est composé d'un cercle entier de métal, avec un axe au centre, auquel le cercle est uni par six rayons. C'est sur le centre qui tourne l'alidade *AB*, de même qu'une autre alidade plus petite *EF*, moiennant l'axe *GH* fig. 5. qui par son petit collet *g g*, empêche leur contact tout près du centre. Ce cercle est divisé en deux fois 360 degrés: c'est à dire en 720 degrés, à cause de la réflexion, qui fait doubler la valeur des angles, comme j'en ai dit & démontré dans mon Traité à la note *H* n° 8, page 123.

10. La forme circulaire de cet instrument fait, que le centre de gravité tombe très près de la ligne qui passe par le centre de la figure; de façon qu'en le tenant par la manche *Z*, qui est de bois garnie de métal, on peut le tourner en tout sens avec des avantages égaux: & cette circonstance est tout à fait importante dans les observations des distances de la Lune au Soleil, & aux Etoiles fixes, qu'on doit faire souvent, pour déterminer le Longitude sur mer. Les plans de la commune position de ces astres sont extrêmement variés: & par cette raison les sextans & octans deviennent très incommodes dans tous les cas, qui
en

INSTRUMENS CIRCULAIRES A REFLECTION 7

en effet sont les plus frequens, où l'observateur se trouve obligé de mettre son instrument hors du plan vertical.

11. Un autre avantage vient de la médiocrité du volume de ces instruments, & de leur poids. La plupart de ceux que j'ai fait faire, & que M. le chevalier de Borda, aussi bien que plusieurs autres Marins, ont trouvés les plus commodes, n'avoient pas plus de 10 pouces Anglois de diametre. Le poids de chacun n'étoit qu'environ deux livres, & deux ou trois onces : le plus pesant n'excédoit pas deux livres & trois quarts : & l'ensemble de la caisse avec tout l'appareil, comm' il est représenté dans la figure 1^{re}, pesoit depuis 5 livres & un quart, jusqu' à 6 livres & demie : la grandeur de cette caisse, prise au dehors, étoit d'onze pouces quarrés sur trois de profondeur. Ces dimensions ont été jugées suffisantes, & plus commodes, comme je viens de le marquer. Cependant j'en ai fait exécuter de plus grandes, depuis un pied de diametre, jusqu'à 14 pouces : & même je crois qu'on pourroit donner un diametre de 16 pouces à ces instrumens, comme M. Mayer l'avoit proposé dans les siens; sans que pour celà ils devinssent incommodés dans l'observation.

12. Mais le 3^{me} & le quatrieme avantages de ces instrumens, par lesquels ils sont supérieurs à tous les autres. sont 1^o ne pas avoir besoin de l'ajustement, qui doit précéder les observations qu'on fait avec les sextans & octans Anglois : & il est clair, que plus il y a d'opérations à faire dans une observation quelconque, plus on multiplie l'occasion des erreurs & méprises; soit à cause de l'attention qui est requise de la part de l'observateur; soit à cause de l'insuffisance de nos sens, pour observer avec une extreme exactitude.

13. En second lieu, outre l'épargne de l'ajustement, dont on n'a pas besoin dans ces instrumens, il y a une vraie compensation de l'erreur qui pourroit provenir des defauts des miroirs, comm' on le verra au n^o 15. Ainsi ces instrumens portent en eux mêmes la correction d'une erreur que n'est pas aisée à découvrir, particulièrement lorsqu'on est sur mer : & qui d'ailleurs n'est pas peut-être si rare, comm' on le pense.

14. Les observations qu'on fait avec ces instrumens, étant toujours doubles, comm' on va le voir ci-dessous au n^o 26 : il ne s'agit pas de reconnoître, sur quel degré du limbe se fait la coincidence de l'image de reflection avec celle de vision directe : comm' il est indispensable de le faire dans les sextans & octans Anglois, où cette operation est appelée

pellée *l'ajustement*, & sert pour déterminer le vrai point du zéro degré, du quel il faut commencer à compter la valeur des angles observés. Au contraire, dans les instrumens circulaires, on prend uniquement la moitié des degrés marqués par l'alidade AB ; & cette moitié est la valeur beaucoup plus précise & moins douteuse de l'angle observé, que si l'on avoit employé dans cette observation un octant ou sextant ordinaire.

15. Le raison pourquoi cette moitié de la double observation doit être plus exacte, qu'autrement, c'est que la position des deux objets, entre les quels on veut mesurer la distance angulaire, est dans un sens contraire l'une de l'autre; ainsi les défauts, ou erreurs dans l'observation, sont compensés réciproquement. Pour éclaircir cette proposition, supposons qu'en observant la distance entre le soleil & la lune, il y a l'erreur d'un degré, par quelque défaut de la surface réfléchissante des miroirs: n'est-il pas bien évident, que si cette erreur arrive du côté gauche, c'est à dire au dessous du zéro degré, lorsqu'on fait l'*observation croisée* (voyez le n° 45); elle sera du côté droit, ou au dessus du zéro, dans l'autre observation, qu'on appelle ordinairement *observation par devant*? Elle se compensera donc de soi-même, étant en *plus* dans l'une, & en *moins* dans l'autre. Aulieu qu'elle ne pourra point avoir de compensation, lorsqu'on employe les sextans & octans ordinaires; car toutes les observations s'y font au census du zéro, en comparant toujours l'image réfléchie avec celle de vision directe dans un seul sens, c'est à dire du même côté.

16. Ainsi lorsque, par exemple, l'image réfléchie s'écarte de quelques minutes en *plus* dans l'*observation croisée*, en s'éloignant de cette quantité de l'image de vision directe; elle s'en approchera d'autant dans l'*observation par devant*: et par conséquent on aura la vraie distance angulaire entre les deux objets, en prenant la moitié des deux observations. Je laisse donc à la considération du lecteur, si j'ai exagéré, lors que j'ai avancé: que ces instrumens sont incontestablement les plus avantageux qu'on connoit, pour observer des distances angulaires, particulièrement sur mer.

17. L'alidade principale est celle AB fig. 2, qui contient la lunette achromatique BC , & le miroir horizontal D . Sa distance du centre E , doit être réglée par la grandeur du miroir central bb , & par l'ouverture de l'objectif de la lunette BC : de façon que tirant deux parallèles à l'axe BC de la lunette, par les extrémités aa de l'ouverture de l'objectif, elles ne soient pas interrompues par le coin du

miroir bb , en quelque position qu'il soit. Ce miroir bb du centre dans l'instrument que je décris à présent, dont le diamètre n'est que de 10 pouces Anglois, a les dimensions suivantes. Sa longueur bb *fig. 2^{de}*, est d'un pouce & deux tiers : & sa hauteur $c z$ *fig. 3^{me}*, est d'un pouce. Le miroir horizontal D est précisément de la même hauteur, d'un pouce : & la largeur dd ne doit pas être plus de deux tiers de pouce, & même moins : c'est à dire pas plus qu'il n'en faut pour occuper le champ de vision de la lunette BC . Plus le miroir D sera près du bout A de l'alidade, plus il sera avantageux. Quant à moi, je voudrois qu'il fût mis tout près du Nonius ll : mais on a objecté, que, dans ce cas, le miroir courroit le risque d'être derrangé, en l'ottant & le remettant dans la boîte : quoique cela ne peut arriver qu'à ceux, qui ne sont pas assez adroits pour avoir l'attention & soin nécessaire de leurs instrumens.

18. Le miroir D doit être étamé dans le tiers seulement, & même tant soit moins, de sa surface du côté inférieur ; c'est à dire, le plus près du plan de l'instrument : les deux côtés dd de ce miroir, doivent être taillés en vive arête, selon l'épaisseur du verre : enforte que tirant les deux lignes dE , dE elles rasent ces deux côtés d & d . On obtient par là de diminuer autant qu'il est possible, l'angle occupé par le corps de ce miroir dd dans l'observation *croisée*, qui par ce moyen n'excedera guères plus de 22 ou 23 degrés tout près du zero. Et c'est par cette raison, qu'on ne sauroit trop recommander aux artistes, d'éloigner les deux miroirs bb , dd le plus qu'il sera possible, l'un de l'autre : & de mettre la vis de rapel mm assez près du limbe de l'instrument ; ou, s'il étoit possible, au dessous du même limbe, à fin que son image ne soit point représentée sur les miroirs, lorsqu'on observe des angles petits.

19. La vis qu'on voit par dessous, marquée par un q dans la *fig. 3* ; sert à arreter l'alidade sur le limbe, tandis qu'on peut continuer à la mouvoir fort lentement, avec la vis de rapel mm dans la *fig. 2^{de}* ; comm' on l'a expliqué dans le n^o 67 du Traité. L'autre bout K de l'alidade, n'a point de vis ; mais simplement un petit ressort, pour la conserver toujours rapprochée du limbe. Le miroir D est monté dans un demi-chassis de metal ; & doit être à la même hauteur du miroir central Ebb . Les deux écrous ee servent à le mettre bien perpendiculaire au plan de l'instrument, en les tournant en sens contraire ; d'un côté, ou de l'autre, avec la clef f , *fig. 4*, qui a un trou carré.

20. La Lunette BC est achromatique : elle a un anneau bb avec une vis i , par la quelle l'embouchure du côté de B est plus ou moins serrée

ferrée, moyenant la clef *f* (*fig. 1^{re} & 4*) à fin de rafermir le tuyau des oculaires; il y a au dedans deux fils, tendus pallellement, dans le foyer de la premiere lentille; tout de même que dans les Lunettes des sextants, comme je l'ai dit au n^o 118 du Traité. Le bout *C* de cette Lunette doit se trouver un peu eloigné du miroir *E*: c'est à dire d'environ un quart, ou un tiers, de pouce en arriere du coté *c z* le plus proche de ce miroir, lorsqu'il est pallelle à l'axe *B C D* de la Lunette: autrement ce bout *C* empecheroit les rayons del' objet à la gauche, dans l'observation croisée, en sorte qu'ils ne tomberoient pas dans le miroir *E*.

21. La manière de monter cette Lunette sur l'alidade, est de l'invention de même Chevalier de Borda: elle est beaucoup plus parfaite, que dans aucun autre instrument à réflexion. Cette Lunette se trouve soutenue sur deux pieces à coulisse, qui peuvent se mouvoir par les écrous *j j*, *fig. 2 & 3*, dans les ouvertures de deux montants de metal, bien fermes, & perpendiculaires au plan de l'instrument. Chaque montant a des divisions égales, en forme de *Nonius* avec une vis *j*, pour la baisser, ou élever: à fin que l'on puisse mettre toujours l'axe de la Lunette, pallelle au plan de l'instrument. Cette methode fait honneur à son auteur, par les conséquences qui en resultent. Car après avoir mis une fois la Lunette pallelle au plan de l'instrument, par le moyen des deux cylindres ou pieces de metal *k k*, *fig. 1*, qui sont de la même hauteur, (comme je l'ai expliqué au n^o 161 du Traité:) si l'on veut observer l'astre sur la partie diaphane du miroir horizontal (comm' on l' a dit dans le n^o 112 & suivant) alors en tournant les deux vis *j j*, chacune de la même quantité; on sera sur d'avoir encore la Lunette, pallelle au plan de l'instrument, comm' elle l'etoit avant d'avoir été mise à cette nouvelle distance du même plan.

22. La seconde alidade *F E* porte le grand miroir *b b* du centre. Son inclinaison doit être telle, que quand le miroir *b b* est pallelle au miroir *D*, le zéro du *Nonius*, dont cette alidade est garnie en *n n*, soit au milieu de l'arc, depuis *m* jusqu' à *j*. Cette alidade a aussi une vis de rapel *o o*, pareille à cette *m m* del' autre alidade, pour la faire mouvoir fort lentement, après l'avoir arreté par la vis du dessous, qui est marquée *p* dans la *fig. 3^{me}*.

23. Le manière de mettre les miroirs *D & E* dans leur propre position, est très simple. L'artiste mettra un cylindre, une épingle, ou quelqu' autre chose dans le centre *E* de l'instrument, bien perpendiculairement à son plan: alors en regardant par l'axe *B C* du tuyau de la Lunette *fig. 2^{de}*; il tournera le miroir *D* avec son chassis, jusqu' à ce que l'objet en *E*, soit vû dans le milieu de ce miroir *D*. Après l'y avoir

INSTRUMENS CIRCULAIRES A REFLECTION 11

avoir arrêté, il mettra le zéro du Nonius *ll*, de l'alidade *AB*, au zéro degré : savoir sur le 720^{me} degré du limbe : en suite il prendra la moitié del' arc *AFB*; & il y mettra le zéro du Nonius *zz* de la petite alidade.

24. Alors il mettra le grand miroir *bb* avec son chaffis de metal aux milieu de l'instrument : ce chaffis doit avoir une échancrure au milieu de sa base, comm' on le voit dans la *fig. 3.* pour ne pas toucher la petite plaque *G fig. 5;* qui rafermit l'axe de l'instrument. Sa position doit être en sorte, que la surface étamée passe par le centre *E.* On le tournera, sans mouvoir l'alidade, jusqu'à voir l'image d'un objet assez distant, par des rayons directs, parfaitement en coïncidence, au milieu du petit miroir *dd*, avec l'image réfléchie du grand miroir *bb.* On y arrêtera alors le miroir *bb*, en le fixant per le moien du écrous *VV*, sur l'alidade *FE.* L'autre écrou *t* sert seulement pour rendre le miroir *bb* perpendiculaire au plan de l'instrument, par la methode du n^o 153 du Traité, employant les deux pieces *KK fig. 1.* au lieu des equerres, dont on y a parlé.

Sur la Manière d'observer avec les Instrumens Circulaires

25. Lorsqu'on a trouvé que les deux miroirs de cet instrument sont perpendiculaires à son plan, il ne faut aucune autre preparation, ou ajustement, pour observer avec lui des distances angulaires. Après avoir montré les circonstances pour bien observer dans le n^o 166 & suivants du Traité; je ne dirai que peu de mots, sur ce qui regarde les instrumens circulaires.

26. On prendra l'instrument par la manche de bois *z*, qu'on ferrera assez bien. On mettra l'alidade *AB, fig. 2^d* qui porte la Lunette, avec le zéro de son Nonius, sur le degré 720 du limbe, qui en effet est zéro de ce dernier; en l'y fixant par la vis *q, fig. 2^d.* On prendra par vision directe l'objet qui est à la gauche de l'instrument. C'est à dire du coté du zéro du limbe, ou 720 degré. On observera alors l'attouchement des deux images, en mouvant l'alidade *FE* qui porte le miroir du centre, tout de même qu'on fait en observant par devant avec un octant ou sextant ordinaire: & on fixera cette alidade par la vis *p, fig. 2.* On desserrera immédiatement la vis *q* de l'alidade *AB;* & prennant par vision directe, l'objet qui étoit vû par réflexion, c'est à dire celui qui étoit à la droite de l'instrument, ou audessus du zéro du limbe; on poussera l'alidade *AB* jusqu'à trouver la coïncidence, ou attouchement actuel de mêmes objets: ce qui arrivera après que l'image réfléchie de cet objet à la droite, passe par dessus le

même objet; & que le miroir *bb* a une inclinaison égale, du côté opposé à la première, relativement au miroir *dd*. Lorsque l'atouchement des deux objets, ou leur coïncidence sera vue, on y arrêtera l'alidade *AB* avec la vis *q*.

27. La moitié des degrés & minutes, qu'on trouvera marqués par le Nonius *ll* fig. 2^a, de l'alidade *AB*, sera la plus exacte distance angulaire des deux objets ou astres qu'on a observé, comme je l'ai démontré, je crois, au n^o 15 de cet Appendix.

28. Si l'on voudra faire plus d'observations, de la même distance; on deserrera la vis *p*: on visera par des rayons directs, à l'objet qui est à la gauche de l'instrument: on cherchera celui à la droite, en mouvant l'alidade *FE*: & on serrera la vis *p*. Immédiatement après on visera directement à l'objet de la droite; et, en mouvant l'alidade *AB*, après en avoir deserré la vis *q*, on fera l'observation croisée. Dans ce cas le quart du nombre total des degrés, marqués dans le limbe par le Nonius *ll*, sera la vraie distance angulaire. Si l'on fait une troisième de ces observations, il faudra prendre alors le sixième du nombre total de degrés & minutes, qu'on trouvera marqués sur le limbe par l'alidade *AB*. Si l'on fait quatre observations immédiatement on en prendra l'huitième: & ainsi de suite.

29. Si au bout de ces doubles observations, on avoit parcouru tout le limbe de l'instrument, on seroit alors sur, que toutes les erreurs dans la division de cet instrument, ou qui pourroient parvenir de quelque excentricité dans l'axe des alidades, seroient tout à fait compensées. La somme des degrés d'un cercle à réflexion étant toujours, ni plus ni moins de 720: il n'y fait rien que les uns soient marqués plus grands que les autres; pourvu que le total soit exactement pris en partant du même point, & en y retournant à la fin. Celle-ci étoit la seule qualité avantageuse que l'inventeur des instruments circulaires, s'avoit proposé en recommandant leur usage; sans avoir trouvé les autres, qui sont l'objet de cet Appendix, & qui me semblent être infiniment supérieures.

30. Je ne dois point oublier entre ces derniers qualités, que par la construction de cet instrument, on peut découvrir aisément, s'il y a quelque défaut dans son plan. Car, s'il n'est pas assez parfait, l'opération qu'on fait pour mettre le miroir du centre, perpendiculaire au plan du limbe, selon que je l'ai indiqué dans le n^o 24 de cet Appendix, & dans le n^o 153 du Traité déjà cité: cette même opération

ration, dis-je, etant repetée sur differens endroits du limbe de l'instrument, découvrira infailliblement les defaux qu'il aura dans son plan : & pour le dire en passant, l'avantage, dont on a parlé dans le n^o précédent, que feu M. Mayer s'avoit proposé dans cet instrument, depende absolument de l'exactitude du plan du limbe, dont il faut s'assurer, avant de compter sur les autres avantages.

31. Les instrumens circulaires offrent encore une autre commodité à l'observateur : c'est qu'on peut avoir les distances centrales des astres, qui ont un diametre sensible, ou d'autres objets quelconque qui en ont, sans aucune nouvelle operation & sans calcul. Pour cet effet, il n'y a qu'à prendre le contact interne des disques par exemple du soleil, dans la premiere partie de l'observation : & leur contact externe dans l'autre partie, en faissant les deux images passer l'une sur l'autre. Dans ce dernier cas l'angle observé renferme les deux diametres : & en prennant la moitié de la somme total, on aura la vraie distance angulaire entre leurs centres, sans aucun autre trouble.

32. L'application des verres obscurs à ces instrumens, est tout à fait particuliere, & plus avantageuse que toute autre, dont on a fait usage jusqu'ici. On la doit aussi à l'invention de M. le Chevalier de Borda. Chaque verre est précisément de la grandeur de celui du miroir central *E*, outre la monture. On le met par les deux pieds *a a*, *fig. 7*, dans les trous *r s* devant le grand miroir *E fig. 2^e* : il en doit être très près du côté du trou *r*, sans neanmoins toucher le miroir : mais il doit être un peu écarté de l'autre côté *s* : en sorte qu'il fasse un angle de 4 degrés avec le plan de ce miroir ; comm' il paroît par la position de ces mêmes trous *r s*. L'artiste Anglois inventa une espece de coulisse (*fig. 14*) qu'on voit marquée par des points dans la *fig. 2^e* : elle est soutenue par les têtes des trois vis *z z z* au dessous de la platine, qui porte le miroir central *E* : & étant poussée avec l'ongle, les deux bouts *x x* entrent par les trous *a a* du chassis du verre noir *fig. 7*, comme si c'étoient deux verrous : alors ils trouvent deux petits bouts de metal, en forme de plan incliné, vis-a-vis des trous *r s* : & ils y arretent le verre noir, au pour mieue dire son chassis, sans le permettre de chanceler aucunement.

33. On voit bien que, par cette methode, les rayons de lumiere qui tombent sur le miroir *E*, doivent passer deux fois à travers le verre obscur, qui est en avant : ainsi il a falu n'avoir que des verres très peu foncés en couleur. Voici comm' on les choisit. On prend deux de chaque gradation, par exemple, deux de ces verres verts : on les

met

met ensemble, l'un sur l'autre, à coté d'un verre vert des sextans ordinaires : & si en regardant à travers d'eux, quelqu'objet lumineux, on le voit teint avec la même nuance de couleur verte, cela montre qu'il sont, comm' il faut. On fait autant pour les deux autres nuances des verres rouges : & cela remplit tout à fait l'objet qu'on se propose ; pourvû que leurs surfaces soient bien paralleles, &c.

34. Le grand avantage de cette methode du chevalier du Borda pour appliquer les verres obscurs aux instrumens circulaires, n'est pas seulement celle de ne pas perdre rien l'étendue du champ de l'instrument ; car autrement les châssis de ces verres, etant faits à la maniere ordinaire en prendroient toujours la partie, qu'ils devoient occuper, selon qu'ils seroient plus ou moins grands : mais on evite par là une espece de fausse lumiere, qui ne laisse pas voir assez tranché le disque lumineux des objets celestes, lorsqu' on les regarde à travers un verre coloré, qui est perpendiculaire au raion visuel. C'est ce qu'un chacun peut essayer à son aise : & je m'en raporte à l'experience ; quoique la raison de ce phenomene, soit bien aisée à concevoir, par ceux, qui s'entendent un peu de la matiere, dont il s'agit.

35. Il faut néanmoins avertir d'avance, que l'on trouvera deux images de l'objet lumineux, représentées par reflexion, dans cette maniere d'appliquer les verres obscurs. Une vient de la surface externe du verre obscur : celle-ci est plus foible, & n'est point du tout colorée. L'autre image est beaucoup plus forte, & a la même couleur du verre, par où les raions passent avant & après leur reflexion sur la surface étamée du miroir. Cette dernière est celle qu'on doit employer dans l'observation : elle est fort écartée de la première, enforte qu'elles ne paroissent pas, au même tems, dans le champ de la Lunette : & la couleur seule suffit pour ne pas s'y tromper.

36. Les Lunettes qu'on employe dans les instrumens circulaires, & dont tous les bons Marins aujourd'hui font usage generalment, sont achromatiques, & renversent les objets : c'est à dire, representent à la gauche l'objet qui est à la droite, & celui qui est en haut, y est représenté en bas. Il ne faut qu'un peu d'habitude, pour surmonter la petite difficulté, que ce renversement cause d'abord à ceux qui commencent à faire de ces observations. Au reste ces Lunettes sont infiniment superieures à celles, qui representent les objets dans leur vrai position : parcequ'elles les montrent avec une grande distinction, bien tranchés, & avec beaucoup de lumiere, par la raison, que les occu-
laires

lares en font convexes : au lieu que les autres, qui ne renversent point, ont les oculaires concaves, & par consequent on y perd une bonne partie de la lumiere, qui entre par l'objectif. On peut redresser, il est vrai, les objets, en ajoutant plus de lentilles convexes : mais alors ces Lunettes deviennent trop longues pour les instrumens à reflection.

37. Je finirai ce petit Traité par un avis que j'ai reçu d'un Marin pour faciliter de mettre, dans le champ de l'instrument, les deux objets, dont on veut observer le distance angulaire. Il consiste à mettre les miroirs paralleles, pour voir l'image de l'objet, qu'on, veut avoir par reflection, en coïncidence avec le même objet, vû par des rayons directs. On tourne en suite l'alidade tout doucement, conservant toujours l'image reflechie sur le petit miroir, tandis qu'on va chercher l'objet de vision directe : & par consequence on met les deux objets ensemble, sans difficulté. Je ne sçais pas si cette methode reussit bien sur mer ; mais je l'ai trouvée fort bonne sur terre : & quoique peut-être elle ne vaut pas la peine d'en parler, j'ai crû cependant que peut-etre quelque commençant trouvera son compte à la connoître.

Du Changement fait aux Sextans Marins, pour obtenir une partie des Avantages des Instrumens Circulaires.

38. Les avantages, dont j'ai parlé dans les n° 12, 15, 30, & 31, m'ont paru si considerables, que j'ai tâché d'adapter les sextans Anglois en sorte, qu'ils puissent en jouir du moins une bonne partie. On peut juger, d'après ce que j'ai dit dans la *Note U* de mon Traité, que j'avois déjà en vüe ces mêmes idées dans ce tems-là. Voici actuellement la disposition que ai trouvé la plus convenable, pour obtenir ces avantages : & qui m'a reussi parfaitement bien dans la pratique. Elle est si simple, & si aisée dans sa construction, qu'à peine faut-il plus que consulter la *fig. 8*, pour la comprendre.

39. Un sextant fait selon la construction ordinaire, pourvû qu'il soit de la meillure forme, peut aisément etre adapté pour avoir les avantages, dont il s'agit : il fera plus avantageux, si le miroir de l'alidade est plus tourné en arriere qu'en avant de la ligne, qui passe par le centre de l'instrument & par le zero du limbe : comme je l'ai averti, contre la mauvaise pratique des artistes, à la fin du n° 48 de mon Traité,



Traité, page 17. Enfin il deviendra d'autant plus commode pour ces observations, que son rayon sera plus petit : car en effet les sextants qui ont un grand rayon, & qui sont pesants, ne peuvent pas être maniés avec la même facilité. Voici en quoi consiste cette construction, ou changement nouveau.

40. Il faut ajouter une platine ronde à queue *b b* (*fig. 8*), au dessous de celle qui porte le miroir horizontal : & les lier ensemble par les vis, & avec le ressort dont j'ai parlé au n° 91 du Traité. Cette platine est représentée toute seule dans la *fig. 9* : elle a une petite queue *b b*, & un trou *n* pour la vis *x fig. 8 & 10*. Au dessous de cette platine se trouve l'autre *m m* qui ordinairement sert pour ajuster le parallélisme du miroir horizontal avec celui de l'alidade : on la voit toute seule dans la *fig. 11* : elle a une rainure demi-circulaire *z z*, au travers la quelle passe la vis *x fig. 10* : de façon qu'en serrant cette vis, alors on peut mouvoir le miroir horizontal *a a a, fig. 8*, en mouvant la queue *m* comm' à l'ordinaire : mais en desserrant la même vis *x*, alors le miroir horizontal *a a a* peut être tourné tout seul sur son axe *z*, en le mouvant par la petite queue *b*. La lettre *c, fig. 8*, marque la petite vis, qui sert à mettre le miroir *a a a* perpendiculaire au plan de l'instrument, comme je l'ai indiqué au n° 157 du Traité déjà cité.

41. Il faudra ajouter une pinule à coulisse, par dessous du limbe de l'instrument, vers le 30^{me} degré : & voici comment on déterminera l'endroit pour la fixer. On mettra en premier lieu l'alidade au 60 degré du limbe : on desserrera en suite la vis *x, fig. 8* : & on tournera le miroir horizontal, par la petite queue *b*, jusqu'à ce qu'on voie la coïncidence de l'image réfléchie avec celle des rayons directs, au milieu du miroir horizontal. L'endroit, où il faudra mettre l'œil pour trouver cette coïncidence, sera celui, où l'on doit mettre cette pinule. Cet endroit ne sera pas bien éloigné du degré 30 du limbe des sextants de la construction ordinaire. On doit mettre une pointe, ou une vis, à côté du miroir horizontal dans cette position, pour qu'il s'y arrête de soi-même, lorsqu'on voudra employer le sextant à ces observations doubles : comm'on le verra bientôt.

42. J'ai déjà averti, que cette pinule doit être mise à coulisse par dessous le limbe de l'instrument, où l'on fixera son petit chassis : mais il faut qu'elle soit assez longue, en sorte que le bout de l'alidade où se trouve la division du Nonius, puisse passer librement entre la pinule & le limbe : & il vaudra mieux faire mettre par dessous, la
vis

vis de rapel, qui sert pour le mouvement leut de l'alidade : comme je l'ai averti, en parlant de l'alidade des instrumens circulaires, au n^o 18 cidessus.

43. La methode pour observer avec les sextans ainsi disposés, comme je viens de les décrire, est à peu près la même qu'on employe en observant avec les instrumens circulaires : mais on n'y peut observer des angles plus grandes de 60 degrés. En premier lieu on desserre la vis *x*, *fig.* 8 ; & on tourne le miroir horizontal par la petite queue *b*, jusqu'à ce qu'il s'arrete sur la vis, ou pointe, dont j'ai parlé à la fin du n^o 41. On applique l'œil à la pinule, ou à sa lunette *F* (voyez la *fig.* 13) & on cherche l'attachement des deux objets, dont on veut connoître la distance angulaire, en mouvant l'alidade en deçà du degré 60 du limbe. Aussitôt qu'on trouve cette coincidence, ou attachement des deux objets, on regarde le degré & la minute marquée sur le limbe par le Nonius : ensuite on pousse l'alidade au de-là des 60 degrés ; & on fait la même observation, en prenant par vision directe l'objet, qui étoit vû par reflexion dans la premiere observation : en lisant alors le degré & la minute marquée par le Nonius ; on en deduit les nombres de la premiere observation : & la moitié du reste sera la vrai distance angulaire, entre ces deux objets, beaucoup plus exacte que si on l'avoit observée par la methode ordinaire, comme je l'ai fait voir cidessus en traitant des instrumens circulaires.

44. Les sextans construits par la methode que je viens d'expliquer, ont une particularité, qui ne se trouve point dans les instrumens circulaires. C'est que les observations au dessous du zero degré, (c'est à dire, au dessous de l'endroit, où l'on fait la coincidence de l'image réfléchie d'un objet, avec celle vue par des rayons directs), n'est pas cachée dans l'espace qui y est occupé par le miroir horizontal, comm' on le voit dans la *fig.* 13. L'œil *F* voit le rayon *g z* en coincidence avec le rayon *F d*, tandis que le miroir *a a* est parallele au miroir *d*. Lorsqu'il observe l'objet *K* (qui est au dessous de *g*) en coincidence avec le même objet *g* ; il faut mettre le miroir de l'alidade dans le direction *o o* : & pour observer l'objet *b*, qui est à la même distance angulaire, mais au dessus de *g*, le miroir de l'alidade doit être alors dans la direction *n n*. On voit donc par la figure, que dans ces deux cas, le miroir horizontal *d* est toujours hors d'y pouvoir occuper aucun espace par son corps.

45. Mais il est bien autrement dans les instrumens circulaires ; comm'il est aisé de le voir par la fig. 12. Car tous les objets qui seront à quelque distance, dans l'espace occupé par le triangle $cz e$, ne peuvent pas être vus par reflection dans l'observation au *dessus du zero*, ou comme le chevalier de Borda la nomme, *observation croisée*. En effet ce nom lui quadre fort bien, lorsqu'on employe les instrumens circulaires ; parceque l'image réfléchie de K , en allant jusqu'à z , croise la même ligne de la direction, qu'elle a en revenant de d à l'œil F , après avoir été réfléchie de z en d : mais dans les autres instrumens, il n'y a proprement aucun croisement des rayons réfléchis, comme je viens de ce montrer dans l'article précédent.

46. Il est presque inutile d'avertir le lecteur, que les instrumens dont je viens de donner la description dans cet Appendix, peuvent être employés dans la maniere ordinaire des octans & sextans, que tous les marins connoissent, aux observations sur mer & sur terre. Car rien n'empêche pas que l'observateur employe toujours, s'il le veut, son instrument circulaire, uniquement aux observations au *dessus du zero*, ou comm'on les appelle observations *par devant*, sans profiter de l'avantage de l'*observation croisée*. Même dans ce cas, il ne manquera pas de trouver assez d'avantage dans les instrumens circulaires, pour leur donner la préférence sur tout autre instrument de ce genre.

47. Pour ce qui regarde les details de la pratique, dans les observations ; ceux que j'ai donnés dans mon dit Traité, sont assez étendus, pour m' épargner à présent le trouble d'en dire d'avantage : ainsi je ne puis faire mieux, que d'y renvoyer les lecteurs, qui souhaiteront d'en avoir une information plus ample.

N. B. La boete (fig. 1) contient les pieces suivantes, outre l'instrument circulaire. Celle marquée g est une loupe, pour examiner la coincidence du Nonius, avec les divisions du limbe. La clef de la fig. 4, y est marquée par f . La manche de bois z , fig. 3, est marquée par l . Les pieces n, m, m, m , sont pour rasfermir la manche & l'instrument dans la boete. Les trois verres obscurs de la fig. 7, y sont marqués par h : & les deux pieces, comme celle de la fig. 6, sont marqués par KK .

F I N.



