

Auteur ou collectivité : Mouchez, Ernest

Auteur : Mouchez, Ernest (1821-1892)

Titre : Notice sur les travaux scientifiques de M. Mouchez

Adresse : Paris : Gauthier-Villars, 1875

Collation : 1 vol. (27-[1] p.) ; 27 cm

Cote : CNAM-BIB 4 B 65 (114)

Sujet(s) : Mouchez, Ernest (1821-1892) -- Bibliographie ; Astronomie -- Bibliographie ;

Navigation -- Bibliographie

Note : Fait partie d'un recueil factice dont les pièces sont cotées 4 B 65 (102) à (115). 4 B 65 (114)

Langue : Français

Date de mise en ligne : 03/10/2014

Date de génération du PDF : 11/7/2017

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?4B65.114>

4° B 65 (114)

NOTICE

SCIENTIFIQUES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. MOUCHEZ,

CAPITAINE DE VAISSEAU.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

—
1875

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. MOUCHEZ,

CAPITAINE DE VAISSEAU.

Avant d'exposer dans leur ordre chronologique les travaux scientifiques qui ont rempli presque exclusivement toute ma carrière de marin depuis trente-cinq ans, je crois devoir les résumer ici en quelques lignes, faire connaître leur but, et montrer comment les innovations que j'ai dû introduire dans les anciennes méthodes de levés hydrographiques, pour satisfaire à des besoins nouveaux, m'ont conduit à faire un emploi continuel des observations astronomiques soit à terre, toutes les fois qu'on pouvait débarquer, soit à bord du navire considéré comme observatoire flottant.

Les observations astronomiques devenant la base de mes travaux géographiques, j'ai dû porter tous mes efforts vers le perfectionnement des méthodes et des instruments nautiques, et, comme ils ne me donnèrent pas de résultats satisfaisants, j'ai dû introduire dans la marine l'usage des instruments d'observatoire pour la détermination des positions géographiques.

Cette innovation, qui a été le point de départ d'un progrès sensible dans

la géographie maritime, explique pourquoi je me trouve avoir fait beaucoup plus d'observations astronomiques qu'on ne le fait habituellement dans le cours des navigations ordinaires.

Je suis entré dans la marine à une époque de transition remarquable, où Dumont-Durville finissait cette série de célèbres navigateurs qui, presque seuls depuis trois ou quatre siècles, parcouraient une grande partie du globe, et où commençait ce vaste et rapide développement de la navigation moderne, qui, en moins de trente ou quarante ans, allait couvrir toutes les mers de navires de commerce et de paquebots-poste voyageant à jour fixe jusqu'aux antipodes avec la même régularité que dans nos mers européennes.

Le besoin le plus urgent créé par cette subite transformation fut celui de bonnes cartes marines, car la plupart des pays nouvellement fréquentés étaient à peine connus. Toutes les nations européennes concoururent dès lors avec plus ou moins d'ardeur aux progrès de la géographie maritime.

Appelé, dès mes premières campagnes, à faire continuellement des levés pour assurer notre navigation dans des parages peu connus, je reconnus bientôt l'insuffisance des deux méthodes alors en usage : aucune d'elles ne permettait de faire vite et bien de bonnes cartes marines. La première, celle des levés sous voiles, était trop imparfaite et ne pouvait donner qu'un croquis d'une terre nouvellement découverte ; la deuxième, celle des procédés géodésiques, était, au contraire, trop lente, trop minutieuse et impraticable dans les pays sauvages. Pour lever la moindre baie de quelques milles d'étendue, on indiquait, en effet, les mêmes procédés que pour dresser la carte géodésique d'un grand État : il fallait mesurer des bases à terre, couvrir avec une triangulation tout le terrain à lever et se transporter successivement aux divers signaux pour la mesure des angles. Une semblable méthode n'est évidemment applicable que dans des pays civilisés, où l'on a toutes les ressources et les facilités de locomotion nécessaires, et où l'on poursuit d'ailleurs dans ces travaux une exactitude extrême, qui a plutôt pour objet l'étude de la mesure et de la forme du globe que la construction graphique d'une carte usuelle.

Toutes mes recherches eurent donc des lors pour but de créer une méthode mixte, consistant à utiliser la facilité d'évolution que venait de créer la vapeur pour suivre les côtes de plus près, multiplier les points d'atterrage

et combiner les routes du levé de la manière la plus favorable avec de nombreux points fixes, astronomiquement déterminés par des observations faites à terre. Ces points devaient être à des distances assez rapprochées pour qu'ils fussent, autant que possible, visibles les uns des autres, ou qu'ils pussent au moins être reliés entre eux par un petit nombre de stations faites en mer.

Toute l'exactitude de mes cartes étant ainsi fondée sur les observations astronomiques, je me suis attaché d'abord à perfectionner nos méthodes et nos instruments de marine; mais la possibilité d'observer à terre ne pouvait que fort peu améliorer les procédés de l'astronomie nautique, spécialement créés pour être employés sur un observatoire flottant. Je m'appliquai donc à introduire dans la marine l'usage des instruments d'observatoire fixes : la lunette méridienne, le cercle méridien, l'altazimut, en les modifiant un peu pour les rendre facilement transportables.

Ces instruments portatifs, construits pour la première fois, par Brunner, sur mes indications en 1850, ont parfaitement réussi : ils ont donné au marin-astronome la possibilité de faire des observations d'une exactitude peu inférieure, sinon égale à celle qu'on obtient dans les grands observatoires ; leur usage s'est rapidement généralisé après quelques améliorations de détail, et ils sont appelés à rendre encore de grands services à la géographie maritime.

J'ai été aussi conduit, dès cette époque et par la pratique journalière des observations, à employer une méthode nouvelle fort simple, mais en même temps très-féconde dans son application aux levés hydrographiques.

On sait que les marins déterminent la position du navire à la mer par la hauteur observée d'un astre et le calcul de l'angle horaire, dans lequel on est obligé d'introduire la latitude estimée; il en résulte ce qu'on appelle *le point*, déterminé par les deux coordonnées géographiques en latitude et longitude. En pleine mer, ce procédé n'a aucun inconvénient; mais, près d'une côte, quand on fait un levé, il est évident qu'un semblable *point* ne peut avoir aucune valeur, puisqu'on ne l'obtient qu'à l'aide d'un élément douteux introduit dans le calcul : la latitude *estimée*, entachée des erreurs de route et de courant.

La hauteur d'un astre à une heure quelconque ne donne, en effet, qu'un élément exact : c'est le lieu géométrique de tous les points qui ont à ce même moment la même hauteur observée. Ce lieu géométrique est un petit cercle de la sphère dont l'arc de quelques minutes d'étendue au milieu du-

quel se trouve le navire est sensiblement représenté sur la carte par une ligne droite perpendiculaire à l'azimut de l'astre observé. Il suffit, pour l'obtenir, de calculer le même angle horaire avec deux latitudes différant de 20 à 30 minutes; en joignant par une ligne droite les deux points obtenus, on aura une ligne *certaine* de position sur laquelle se trouvera le navire, et les points de la côte situés dans cette direction seront déjà déterminés par un relèvement astronomique certain. A quelque heure que ce soit de la journée, et non pas seulement, comme on le disait anciennement, au seul *moment favorable*, il devient possible d'obtenir, par la hauteur d'un astre, un élément de la même valeur, et donnant le relèvement astronomique des points remarquables de la côte situés sur la perpendiculaire à l'azimut de l'astre observé. Quand l'astre sera au premier vertical, le relèvement de ces points les déterminera en longitude; quand l'astre sera au méridien, il les déterminera en latitude; dans les relèvements intermédiaires, il les déterminera dans un azimut intermédiaire, mais toujours de même valeur.

Il est facile de comprendre tout le parti qu'on peut tirer d'un procédé aussi simple, qui résume à lui seul presque toute l'astronomie nautique, et qui permet d'obtenir, à toute heure du jour, une donnée certaine de même valeur, par le calcul le plus facile et le plus familier aux marins. Bien que je me sois efforcé de le répandre autour de moi depuis trente ans, il ne commence à entrer dans la pratique que depuis quelques années, sous le nom de *méthode américaine*.

Pour les levés du détail topographique d'une côte ou d'une baie de peu d'étendue, j'ai employé un procédé également nouveau, aussi simple que rapide et exact, consistant à faire un petit nombre de stations au théodolite sur les points culminants, de manière à pouvoir embrasser d'un coup d'œil toutes les découpures de la côte, tous les groupes d'ilots et de rochers les plus inaccessibles. En mesurant, en même temps que les azimuts de tous les contours, leur distance zénithale, et en tenant compte de la hauteur de la station, facile à trouver par divers procédés, on a tous les éléments nécessaires pour calculer la position de tous les contours et de tous les points à placer sur la carte. L'expérience prouve qu'à l'aide des excellents instruments que nous possédons aujourd'hui; on peut étendre ainsi le levé sans erreur sensible jusqu'à 20 ou même 30 fois la hauteur de la station, quand la côte est peu accidentée; il en résulte qu'à l'aide de deux ou trois stations bien placées, qui donnent de nombreuses vérifications, on peut faire avec

une suffisante exactitude, en une seule journée de travail, le plan d'une baie ou d'un port de 1 ou 2 milles d'étendue, quelque compliqués qu'en soient les détails. Ce procédé est si efficace qu'il m'a souvent fait découvrir des erreurs dans des cartes qui paraissaient faites avec le plus d'exactitude.

Il est facile de comprendre, d'ailleurs, que, de toutes les positions qu'on peut choisir pour lever un plan hydrographique, les plus désavantageuses au point de vue pratique sont celles qui sont situées dans ce plan horizontal même. C'était à peu près indispensable avant l'invention des théodolites qui donnent des angles réduits à l'horizon; mais, aujourd'hui, ce n'est nullement nécessaire, et plus on s'élève, plus au contraire on a de facilité pour étudier la forme générale du terrain, en explorer et en déterminer tous les détails.

A une certaine hauteur au-dessus du niveau de la mer, on a en outre la possibilité d'explorer à la vue les bas-fonds qui avoisinent la côte, et il m'est arrivé bien souvent de signaler aux embarcations de sonde des écueils qu'elles n'avaient pas rencontrés et dont je pouvais leur donner la position à très-peu près exacte à l'aide de l'azimut et de la distance zénithale, observés du haut d'une montagne.

Enfin, le chef de l'expédition a le grand avantage de pouvoir, à toute heure de la journée, vérifier la position des embarcations de sonde qui travaillent sous ses yeux. A l'aide du relèvement de la distance zénithale et de l'heure, qui doit être identique sur toutes les montres des observateurs, le chef de mission peut à chaque moment de la journée placer un canot de sonde et s'assurer au retour que les lignes de sonde ont été bien placées.

Ce procédé m'a également permis, dans plusieurs circonstances, de trouver facilement la forme d'un chenal sinueux sur une barre, entre des brisants, dans des parages dangereux dont on n'avait pas de cartes, en suivant du haut d'une montagne voisine la route d'un vapeur dirigé par un pilote de la localité à son entrée ou à sa sortie d'un port.

C'est à l'aide de ces nouveaux procédés que j'ai pu lever, dans le courant de mes campagnes, un très-grand nombre de cartes, 130 ou 140 environ, sans avoir presque jamais eu de mission spéciale et en utilisant simplement les loisirs de mes stations lointaines. Parmi ces cartes, se trouvent celles de divers points de la côte de Chine et de Corée, et celles de l'hydrographie du Brésil. Ces dernières, au nombre de 75, représentent la côte occidentale de l'Amérique du Sud, entre l'Amazone et la Plata, sur une étendue de plus

de 1000 lieues. Elles ont nécessité, pendant sept ou huit ans, plusieurs milliers d'observations astronomiques faites à terre ou à la mer, tout le long de cette vaste étendue de côte ; mais ces observations ont réduit les erreurs de la carte à des quantités tout à fait insignifiantes pour les besoins de la navigation.

Les longitudes chronométriques obtenues par plusieurs traversées faites en sens inverses ont permis de donner une grande exactitude aux différences de méridien, et de reporter sur le premier méridien de Rio-de-Janeiro toutes les observations astronomiques directes que j'ai eu l'occasion de faire sur les divers points de cette côte, telles que éclipses, occultations, culminations lunaires. Je n'ai jamais manqué une seule occasion de faire ces observations, toutes les fois que les circonstances le permettaient.

C'est ainsi qu'avec ces instruments portatifs j'ai pu corriger bien des erreurs, parmi lesquelles je citerai celle de 20 secondes de temps commise sur la position du premier méridien de Rio-de-Janeiro par le directeur de l'Observatoire de cette ville, puis, plus récemment, une erreur sur la latitude d'Alger, provenant sans doute de quelque attraction locale.

Le Bureau des Longitudes a également adopté ces instruments pour déterminer quelques premiers méridiens sur divers points du globe.

Pendant tout le cours de mes navigations, depuis mon entrée dans la marine jusqu'à ma dernière campagne du Brésil, j'ai toujours suivi et réglé moi-même les chronomètres et fait toutes les observations astronomiques qui les concernent. J'ai publié sur leur usage et leurs divers modes de variation des Notices, qui ont peut-être exercé quelque influence sur les améliorations très-notables dont ils ont été l'objet depuis cette époque.

J'ai publié aussi plusieurs Notices sur les positions géographiques que j'ai déterminées, sur les instruments portatifs, et quatre volumes d'instructions nautiques.

Enfin, j'ai été assez heureux pour pouvoir utiliser cette longue pratique des observations astronomiques en remplissant, à la satisfaction de l'Académie, la mission qu'elle m'a fait l'honneur de me confier relativement à l'observation du passage de Vénus à l'île Saint-Paul.



1839.

Sorti de l'École Navale comme aspirant de 2^e classe. Embarqué sur la *Fortune*, faisant partie de l'escadre de blocus de Buenos-Ayres.

1840-1844.

Campagne de quatre ans, à bord de la *Favorite*, dans les mers de Chine, de l'Inde et de l'Océanie.

Je suis attaché au service des chronomètres et chargé de faire toutes les observations astronomiques relatives à la marche des montres, et à la détermination des latitudes et longitudes des localités peu connues que nous visitons.

Travaux hydrographiques exécutés pendant cette campagne.

Rivière de Wampoa (Chine) ;
Fleuve Yang-tze-Kiang jusqu'à Nankin ;
Mouillage des îles Sooloo ;
Baie de Bahrein.

1845-1848.

Campagne dans la mer des Antilles, comme second du *Cassard*.

Chargé des chronomètres et des observations astronomiques. Je détermine les positions géographiques des lieux visités, qui sont tous reliés par une chaîne de longitudes chronométriques, et je lève les plans suivants :

Baie de Samana ;
Baie de l'île Marguerite.

1849.

Construction de la première lunette méridienne portable.

Pendant ces deux premiers voyages, où je me suis occupé continuellement de géographie et d'observations astronomiques, j'ai eu de nombreuses occasions de constater l'imperfection des cartes, ainsi que celle des méthodes et des instruments astronomiques employés par les navigateurs pour la détermination des positions géographiques à terre. Ils ne pouvaient appliquer au levé des cartes que les moyens dont ils disposaient pour diriger la route de leur navire. Les chronomètres, mal compensés à cette époque, ne pouvaient fournir que des longitudes fort douteuses dès qu'on était un peu éloigné d'un premier méridien bien connu, et il n'existait en dehors des mers d'Europe qu'un très-petit nombre de ces méridiens fondamentaux.

Les marins n'avaient d'autre procédé de déterminer astronomiquement une longitude absolue que celui des *distances lunaires*, et les observateurs les plus expérimentés ne pouvaient obtenir de longitude qu'à 25 ou 30 secondes de temps près, précision fort suffisante, sans doute, pour les besoins de la navigation, mais bien inférieure à ce que nécessitait la construction des cartes.

Il était donc indispensable de mettre à la portée des marins des procédés d'observations semblables à ceux des observatoires fixes, en modifiant un peu la forme et les dimensions des instruments pour les rendre facilement transportables.

C'est dans ce but que, après avoir visité quelques observatoires et étudié cette question, je fis exécuter, à mes frais, par Brunner un premier modèle de lunette méridienne portable, dont la monture simple et solide s'adaptait parfaitement au service auquel elle était destinée; cet instrument devait permettre de faire, dans les courtes relâches d'une campagne de circumnavigation, des observations de *culminations lunaires*, donnant dans de bonnes conditions une longitude approchée à 3 ou 4 secondes de temps environ, et toujours beaucoup plus exacte que celle qu'on obtenait par les *distances lunaires*. Depuis lors, l'extension du télégraphe électrique sur toute la surface du globe a permis même de dépasser beaucoup le degré d'exactitude des culminations de la Lune.

Afin d'éviter l'emploi des microscopes et des cercles de hauteur, que ne permettait guère l'exiguïté des dimensions du modèle d'instrument que j'avais adopté, je fis ajouter un micromètre, à l'aide duquel il devenait possible d'obtenir des latitudes d'une très-grande précision en employant la méthode de Talcott; cette méthode consiste, comme on sait, à mesurer la différence micrométrique de hauteur de deux étoiles culminantes, à peu près à égale distance et de part et d'autre du zénith.

1850-1854.

Je demande et j'obtiens mon embarquement sur la *Capricieuse*, qui part pour une longue campagne de circumnavigation, où j'espérais trouver d'excellentes occasions d'essayer le nouvel instrument et de déterminer quelques premiers méridiens.

Malheureusement, cette navigation a été si active, les croisières si longues et les relâches si courtes, que les observations astronomiques à terre ont été difficiles et peu nombreuses.

J'ai cependant pu exécuter les travaux suivants :

Observations astronomiques.

Six séries de culminations lunaires sur plusieurs points du Grand Océan et en Chine;

Une observation d'éclipse de Soleil et une occultation en Chine;

Latitude des lieux visités;

Une étude complète de nos chronomètres, de leurs variations accidentelles et de l'influence de la température;

Un réseau de longitudes chronométriques reliant tous les lieux visités.

Travaux hydrographiques.

Rade de Macao. — Canal nord de Lantao. — Canal sud de Lantao. — Entrée de la rivière de Canton. — Côté sud de Mindanao. — Iles Meangis. — Détroit de Rhio-Dassée-Lingin. — Détroit de Bassilan. — Côte orientale de Corée. — Baie des Moules. — En tout dix plans ou cartes.

1855.

Publication au Dépôt de la Marine de tous les documents recueillis pendant la campagne précédente.

Publication d'une *Notice sur la lunette méridienne portative*.

Je demande qu'elle soit employée à bord des navires en station dans les diverses mers du globe, pour la détermination de nombreux premiers méridiens. Je demande également qu'elle soit placée dans chacun de nos observatoires des ports militaires, pour la détermination de l'heure et l'instruction des officiers de marine.

Peu d'années après, ces deux vœux sont complètement réalisés; le Bureau des Longitudes dirige lui-même plusieurs campagnes astronomiques faites avec cet instrument, et le Dépôt de la Marine en place un dans chaque port militaire.

Publication d'un *Mémoire sur les variations des chronomètres* et la méthode la plus efficace pour les corriger.

En appliquant les constructions graphiques à l'étude des montres marines, j'ai rendu sensibles plusieurs faits intéressants qui n'avaient pas encore été signalés, tels que l'affaiblissement progressif en fonction du temps de l'action compensatrice, les sauts brusques et les variations simultanées sans cause apparente, etc.; ces recherches ont pu avoir quelque heureuse influence sur les grandes améliorations introduites depuis cette époque dans le service des chronomètres.

1855-1856.

Construction du premier altazimut ou instrument universel de Brunner.

Pendant la campagne précédente, l'expérience m'avait appris que, pour profiter le mieux possible des courts séjours faits dans les ports, il fallait que le marin astronome eût la possibilité d'observer la Lune à toute heure fa-

vorable, ce qui n'était pas possible avec la fixité de la lunette dans le plan du méridien, le moindre nuage qui passait au moment de la culmination pouvant rendre inutile une nuit entière de beau temps.

Pour obvier à cet inconvénient, j'imaginai et je fis faire, à mes frais, par Brunner un second instrument plus grand, plus complet que le premier, muni d'un cercle de hauteurs donnant la seconde et d'un mouvement circulaire horizontal sur un cercle divisé pouvant donner les azimuts à 3 secondes près; cet instrument permettait d'observer la Lune aux environs du premier vertical, en la comparant aux étoiles voisines, méthode que les Anglais préconisent aussi aujourd'hui comme préférable même à celle des culminations.

Ce second instrument, qui est devenu un altazimut ou instrument universel, a été aussi bien réussi que le premier, et il a servi de modèle, avec fort peu de modifications, aux nombreux instruments de même genre que la maison Brunner a construits depuis cette époque. C'est avec ce premier altazimut, dont je me sers depuis vingt ans, que je viens de déterminer la latitude et la longitude de l'île Saint-Paul.

1856-1860.

Campagne de quatre ans et demi dans l'Amérique du Sud, comme commandant l'avis à vapeur *le Bisson*.

J'ai profité de mon long séjour dans les affluents du Rio de la Plata, le Parana, le Paraguay et l'Uruguay pour y faire de nombreuses observations astronomiques, devant servir de base aux travaux géographiques.

Comme dans toutes mes campagnes précédentes, je me suis réservé le service spécial des chronomètres et de toutes les observations astronomiques, à l'aide desquelles on détermine leurs marches; je les ai faites, en moyenne, une fois par semaine pendant les quatre ans, et chaque fois que le navire changeait de localité.

Observations astronomiques.

Plusieurs séries de culminations lunaires à Buenos-Ayres et à Parana;
 Observation d'une éclipse partielle de Soleil à Buenos-Ayres;
 Observation de déclinaison de la Lune pour la longitude;
 Observation des satellites de Jupiter;

Observation de deux occultations;
Observation de la latitude d'un très-grand nombre de points;
Observations chronométriques relatives à toutes les localités visitées pendant les quatre ans de voyage.

Travaux hydrographiques et géographiques.

Carte du fleuve Paraguay (80 lieues).

Pour dresser la carte de ce fleuve, toujours encaissé entre des rives boisées, au milieu d'un pays absolument plat, il a fallu en dessiner tous les contours à l'aide d'observations astronomiques continuelles, faites avec toute la précision que comportaient les circonstances. J'ai fait, pour la première fois, je crois, d'excellentes observations d'étoiles, *à bord*, avec un horizon artificiel à huile, en profitant du calme des eaux du fleuve.

Carte de la République du Paraguay.

Levée pendant un voyage d'un mois, à l'aide d'instruments de poche, construits exprès, sur mes indications, par Lorieux. Cette carte a été officiellement adoptée comme base des traités entre le Brésil et le Paraguay, bien qu'il en existât déjà plusieurs autres.

Plan des ilots Castillos;

- de l'entrée de la Plata;
- du passage fortifié d'Humaita;
- du port de Parana;
- du port de l'Assomption.

1861.

Publication au Dépôt de la Marine des documents recueillis pendant cette campagne.

Publication d'un volume d'instructions nautiques.

1860-1861.

Pendant l'exécution de ces travaux, je reçois l'ordre du Ministère de la Marine d'organiser sur les côtes de France le service des observations météorologiques et d'avertissements télégraphiques, de concert avec l'amiral Fitz-Roy, de Londres.

J'organise complètement ce service pendant cette même année, en le centralisant au Ministère de la Marine.

La mort subite de l'amiral Fitz-Roy et mon départ pour le Brésil entravèrent un peu le développement de ce service au Ministère, et il fut à peu près à la même époque organisé, sur une base beaucoup plus large, à l'Observatoire de Paris.

1862.

Je reçois l'ordre d'aller au Brésil explorer le dangereux écueil des Abrolhos et d'en dresser une carte qui pût donner toute sécurité à notre nouveau service des paquebots des Messageries maritimes.

Je remplis cette mission comme commandant du *d'Entrecasteaux*.

Ces écueils étant situés hors de vue de terre, j'ai dû encore déterminer leur position et leurs contours, en me servant presque exclusivement d'observations astronomiques aussi exactes que le permettait mon observatoire flottant.

Pour les détails, j'ai eu recours à la vitesse du son.

Un petit îlot étant situé au centre de ces écueils, j'en ai profité pour y placer un observateur qui, à l'aide d'un théodolite, suivait de quart d'heure en quart d'heure le navire sondant à une ou deux lieues la limite des écueils et tirant des coups de canon aux intervalles réguliers, convenus d'avance sur des chronomètres bien réglés.

L'observateur de l'îlot, ayant l'œil à la lunette du théodolite, pouvait noter, en même temps que l'azimut du navire, le temps écoulé pour l'arrivée du son. Nous avions donc tous les éléments nécessaires pour tracer exactement la route, qui a été répétée trois fois autour des écueils avec les mêmes précautions, mais non sans de nombreux échouages.

Les observations astronomiques simultanées faites à bord donnaient une vérification des positions obtenues. Ce procédé nous a donné des résultats fort exacts. On est obligé, en hydrographie, de modifier continuellement les procédés suivant les localités et les moyens dont on dispose.

On m'avait fixé huit mois pour faire ce travail, qui fut terminé en deux mois ; les six derniers furent consacrés à lever les trois cents lieues de côte comprises entre Rio-de-Janeiro et Bahia, toujours à l'aide des mêmes procédés, de nombreux points déterminés astronomiquement par des observations faites à terre et à la mer.

1863.

Publication au Dépôt de la Marine des cartes et plans de la campagne précédente.

Dix plans de port : Sao-Paolo. — Camamu. — Ilheos. — Santa-Cruz. Abrolhos. — Espirito Santo. — Benevente-Guarapari. — Itabapoana. — Cap Frio.

Six cartes particulières au $\frac{1}{250000}$, représentant la côte comprise entre Rio-de-Janeiro et Bahia ;

Publication d'un volume d'instructions nautiques ;

Publication d'un Mémoire sur les positions géographiques.

1864-1866.

Campagne de deux ans au Brésil, comme commandant l'avis à vapeur *le Lamotte-Piquet*, faisant partie de la station navale.

Je profite des loisirs de cette station pour compléter la reconnaissance des mille lieues de côte du Brésil, entre l'Amazone et la Plata, à moitié levées dans les campagnes précédentes.

Les anciennes méthodes eussent été tout à fait insuffisantes pour lever en aussi peu de temps, avec les détails nécessaires, une aussi vaste étendue

de côte. C'est surtout dans cette circonstance que mes nouveaux procédés d'observation ont beaucoup facilité et activé le travail. Deux cents positions ont été encore déterminées par des observations astronomiques.

Plusieurs centaines de stations au théodolite ont été faites sur les points remarquables de la côte pour en relever les détails et les relier aux sommets de l'intérieur.

Le moteur à vapeur nous a permis de suivre la côte de fort près, en combinant nos routes avec celles des embarcations qui exploraient les limites des fonds dangereux.

Partout les sondages ont atteint au moins la limite des fonds de 100 mètres.

Tous les ports accessibles ont été levés en détail et publiés à une échelle beaucoup plus grande.

Les vingt-six feuilles qui représentent toute la côte sont à l'échelle moyenne de $\frac{1}{250\,000}$.

La rapidité avec laquelle a été exécuté un travail d'une si grande étendue n'a pas été sans soulever quelques critiques de la part de personnes qui ignorent les procédés employés et qui ignorent aussi tout ce qu'on peut attendre du concours énergique du personnel d'un navire de l'État, quand le capitaine dirige le travail et en exécute lui-même la partie la plus importante, avec la ferme volonté de ne perdre ni un jour ni une heure favorables.

Il me suffira d'ailleurs de citer un seul fait pour montrer que, si la carte n'était pas exacte, ce ne serait pas faute d'un nombre suffisant d'observations. Un de nos officiers, qui, pour répondre à ces objections, a eu la patience de faire le dépouillement de tous les registres d'observations de la campagne du *Lamotte-Piquet*, afin de connaître la somme du travail effectué et la part de chacun, a trouvé pour résumé général un total de 179 000 angles mesurés, soit au théodolite et au cercle pour les observations astronomiques et le levé de la côte, soit à la boussole pour le relèvement des embarcations et les détails secondaires. Sur ce total, la part de mes collaborateurs est de 85 000, la mienne est de 94 000 (pour la moitié environ de la côte du Brésil).

J'ajouterai que, depuis dix ou douze ans que ces cartes sont en usage à bord de tous les navires qui fréquentent la côte du Brésil, aucune erreur de quelque importance n'a encore été signalée au Dépôt de la Marine, où l'on recueille avec le plus grand soin les renseignements nouveaux que tous les navigateurs lui adressent pour le perfectionnement de l'hydrographie.

Je ne puis évidemment pas donner la carte du Brésil comme un travail

définitif, mais je ferai remarquer que, à l'exception d'une seule mission de huit mois relative aux écueils *Abrolhos*, elle a été levée sans mission spéciale, pendant les loisirs d'un aviso à vapeur faisant le service ordinaire de la station, et qu'elle n'a donc absolument coûté que les frais de publication.

Le Brésil éprouvera peut-être un jour le besoin d'avoir aussi sa carte géodésique comme les grands États européens ; mais, à cause de sa vaste étendue et de son peu de population, cela ne pourra se faire sans doute qu'à une époque encore bien éloignée et à l'aide de bien grandes dépenses de temps et d'argent. La carte de France, commencée sous le premier Empire, n'a guère été terminée que sous le second.

Observations astronomiques.

Pendant cette campagne, j'ai déterminé la latitude de plus de deux cents localités ; chaque latitude comportant plusieurs séries de hauteur circum-méridiennes d'étoiles ou de Soleil, soit au théodolite, soit à l'horizon artificiel ou enfin à l'horizon de la mer, quand les circonstances l'exigeaient. J'ai observé plusieurs centaines de longitudes chronométriques et des azimuts astronomiques nombreux pour l'orientation des stations.

Eclipse annulaire. — Le 30 octobre 1864, une éclipse annulaire de Soleil était visible au Brésil ; j'ai calculé avec soin le point où la ligne centrale coupait la côte au sud de Sainte-Catherine, et j'ai été m'y établir quelques jours d'avance pour faire l'observation, qui a eu lieu au milieu de la journée dans les circonstances les plus favorables.

J'ai obtenu les quatre contacts avec une exactitude parfaite ; le calcul de la longitude m'a fourni quatre résultats identiques pour Rio-de-Janeiro :

1 ^{er} contact.....	3. ^h 1. ^m 57. ^s 06
2 ^e »	1. 57,66
3 ^e »	1. 58,67
4 ^e »	1. 56,40
Longitude moyenne....	3. 1. 57,45

L'accord très-remarquable de ces quatre résultats est obtenu en faisant la correction d'inflexion et d'irradiation 2", 5 et 3 secondes, recommandée par Dionis-Duséjour. Si l'on n'en tient pas compte, deux des contacts donnent une longitude un peu plus forte, les deux autres une longitude un peu trop

faible ; mais la moyenne reste la même. J'ai publié tous les détails de cette observation faite dans d'excellentes circonstances.

Culminations lunaires. — Nouvelle observation à Rio-de-Janeiro d'une série de culminations lunaires :

5 observations du 1 ^{er} bord de la Lune donnent...	$3^{\text{h}} 1^{\text{m}} 59^{\text{s}},0$
8 » du 2 ^e » »	$3.1.57,2$
Moyenne.....	$3.1.58,1$

Longitudes chronométriques. — Un réseau de longitudes chronométriques relie tous les points de la côte du Brésil, depuis le Rio de la Plata jusqu'à l'Amazonie.

En mars 1865, avait lieu une nouvelle éclipse totale de Soleil, visible au Brésil ; j'ai été me placer sur le point de la côte où passait la ligne centrale, à Cambriu. Nous étions parfaitement préparés à cette observation, ainsi que les astronomes brésiliens qui m'avaient demandé passage sur le *Lamotte-Piquet* ; nous étions même préparés à faire des photographies, mais le ciel fut entièrement couvert pendant toute la durée de l'éclipse.

Au moment de rentrer en France, je reçois l'ordre de passer par la Guyane pour y faire de nouveaux sondages à l'embouchure de la rivière de Cayenne.

1866.

Publication au Dépôt de la Marine des documents recueillis pendant la campagne précédente :

Vingt-cinq nouveaux plans, à différentes échelles, de tous les ports du Brésil.

Dix-huit cartes au $\frac{1}{250000}$, représentant environ six cents lieues de côte.

En tenant compte des travaux précédents, qui ont duré sept ou huit ans, on trouve un total, pour le Brésil et le Paraguay, de soixante-quinze cartes, appuyées sur quatre ou cinq cents positions déterminées par des observations astronomiques.

Publication d'un volume d'*instructions nautiques*.

Publication d'un *Mémoire sur la longitude de Rio-de-Janeiro*.

L'astronome qui dirige l'Observatoire de cette ville ayant fait adopter par la *Connaissance des Temps* une longitude différant de 22 secondes de la mienne, j'ai réuni dans ce Mémoire toutes les observations astronomiques que j'avais faites depuis six ou sept ans, et toutes celles aussi qui avaient été publiées depuis le commencement du siècle par les astronomes et les navigateurs ayant observé sur la côte du Brésil. Par l'ensemble de ces observations, je démontre que la longitude de Rio-de-Janeiro est évidemment comprise entre $3^h 1^m 56^s$ et $3^h 1^m 58^s$, tandis que l'observatoire de Rio donnait $3^h 1^m 35^s$.

Le Bureau des Longitudes, voulant avoir une dernière détermination de cette longitude, envoya un officier de marine faire de nouvelles observations de culminations lunaires, qui donnèrent un résultat à peu près identique au mien : $3^h 1^m 55^s, 4$; ce qui fit décidément effacer de la *Connaissance des Temps* la longitude proposée par l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.

1867.

CARTE DE LA CÔTE DE L'ALGÈRE.

Je reçois la mission de lever les côtes de l'Algérie, en m'appuyant sur la nouvelle triangulation du Dépôt de la Guerre; cette côte n'était encore connue que par l'excellent levé sous voiles de MM. Bérard et de Tessan, remarquablement exact, si l'on considère les circonstances où il a été fait, vers 1832, un an ou deux après la conquête, mais devenu aujourd'hui tout à fait insuffisant.

1^{re} campagne d'été en Algérie.

Pendant la première campagne d'été, qui a lieu en 1867 sur l'avis *le Travailleur*, je lève la côte entre Alger et Delhys; je fais moi-même les stations au théodolite de kilomètre en kilomètre, en moyenne, sur tous les points culminants du littoral, pendant que mes collaborateurs, montés dans quatre embarcations, font les lignes de sondage très-serrées jusqu'à la limite des fonds de 100 mètres.

Pendant l'hiver, rédaction au Dépôt des travaux de la campagne précédente.

1868.

Avant mon départ pour la deuxième campagne d'été en Algérie, je reçois du Ministre l'ordre de faire l'essai de la *planchette photographique* de Chevalier, en levant, avec l'inventeur, le plan de la rade de Toulon; cet ingénieux appareil, qu'on peut considérer comme un théodolite imprimant, réussit assez bien et semblait appelé à rendre de grands services après avoir subi quelques corrections nécessaires; mais la mort de l'inventeur, qui succombe à l'hôpital de Toulon aux fatigues des expériences, ne permet pas de donner suite à cette invention.

2^e campagne d'été en Algérie

Je lève la côte entre Delhys et Bougaroni.

Rédaction des travaux pendant l'hiver.

1869.

Avant de partir pour cette campagne d'été en Algérie, je suis envoyé en mission par le Ministre pour examiner le canal de Suez et voir si l'état d'avancement des travaux permet le passage sans crainte d'accidents à nos grands transports de Cochinchine.

Je reçois également l'ordre d'aller examiner un territoire de la côte d'Arabie, près du détroit de Bab-el-Mandeb, qu'on offre de céder à la France pour y établir une colonie.

3^e campagne d'été en Algérie.

De retour de ces missions et après avoir remis les rapports, je pars au mois de mai pour continuer le levé des côtes de l'Algérie, qui est poussé cette année vers l'ouest jusqu'à Tenès.

1869-1870.

Détermination de la latitude et de la longitude d'Alger.

Je passe cet hiver à Alger pour déterminer la longitude du point de départ du réseau géodésique. J'établis mon observatoire à Saint-Eugène, et je le relie au phare d'Alger à l'aide de deux triangles. La latitude que j'avais déjà déterminée en 1867 différait de 8 à 9 secondes de celle donnée par le Dépôt de la Guerre; je signalai cette erreur, qui motiva de nouvelles observations à Oran. M. le capitaine Perrier constata la même différence que moi; elle provient peut-être de quelque attraction locale, qui aura altéré les résultats des premiers observateurs.

Je détermine la longitude par 33 observations de culminations lunaires. En comparant mes observations aux observations correspondantes de Greenwich, je trouve pour le phare d'Alger :

Par 16 observations du premier bord ☾...	2.59,18 ^{m s}
» 17 » du deuxième bord ☾..	2.59,66
Moyenne.....	2.59,42

Le Dépôt de la Guerre avait adopté 3^m 1^s, 7 par des observations de même nature. Cette longitude vient d'être de nouveau déterminée télégraphiquement par MM. Lœwy et Perrier; nous en saurons donc bientôt la valeur exacte.

1870.

4^e campagne d'été en Algérie.

Le levé était conduit jusqu'à Oran, quand une dépêche ministérielle me prescrit de rentrer en France et de passer, avec tout mon état-major et équipage, sur le *Catinat*, destiné à éclairer la marche de l'expédition dans les mers du Nord. Les événements de la guerre ayant empêché cette expédition, je suis nommé au commandement de la division navale des côtes

nord de France, puis, peu de jours après, au commandement en chef des forces de terre et de mer chargées de la défense du Havre, et enfin au commandement de la 2^e division militaire.

Pendant les mois d'octobre et de novembre, je fais exécuter et armer très-activement tous les travaux de défense qui doivent protéger la ville du côté de terre; ces travaux sont rapidement exécutés par la population, assistée d'un millier de matelots momentanément débarqués de la division navale; quand l'armée allemande vient l'investir après la prise de Rouen, elle la trouve en état de défense; après quelques jours d'observation et d'engagements sans importance, l'ennemi renonce à une attaque de vive force et se replie sur Rouen.

La ville du Havre a pu ainsi échapper aux désastres de l'occupation étrangère.

1871-1872.

Continuation de la publication au Dépôt de la Marine de la carte de l'Algérie.

1873.

5^e et dernière campagne d'été en Algérie.

Le levé est complètement terminé pendant cette année.

Je termine au Dépôt la rédaction de la carte qui est publiée en 13 feuilles au $\frac{1}{1000000}$. Il y a en outre 15 plans de ports à diverses échelles et 2 feuilles générales au $\frac{1}{800000}$; la gravure et la publication sont presque entièrement terminées: il ne reste à la gravure que 2 ou 3 feuilles.

La carte minute au $\frac{1}{250000}$ comprend 60 feuilles.

Pour lever les 200 lieues de côte de l'Algérie, j'ai fait environ 1450 stations au théodolite, le long du littoral, sur tous les points culminants, pendant que mes collaborateurs ont parcouru, dans des embarcations marchant à l'aviron, plus de 20 000 kilomètres de lignes de sonde.

1874.

Observations astronomiques.

MISSION DU PASSAGE DE VÉNUS A L'ILE SAINT-PAUL.

Ayant eu l'honneur d'être désigné par la Commission de l'Académie pour remplir l'une des missions du passage de Vénus dans les mers du Sud, je consacre tous mes moments libres à suivre les préparatifs de cette expédition.

La mission, partie de France le 2 août, est arrivée devant Saint-Paul le 23 septembre sur le transport de l'État *la Dives*, au plus mauvais temps de l'équinoxe ; elle est assaillie par des coups de vent continuels autour de ce rocher, qui n'offre pas le moindre abri à un navire, et ce n'est que dans une courte embellie de quelques heures entre deux tempêtes, le 4 octobre, que le personnel et le matériel ont pu être jetés sur la pointe nord de l'entrée du cratère, au pied des hautes falaises de l'île.

La *Dives*, chassée de nouveau par le mauvais temps, ayant perdu plusieurs chaînes et ancres, est obligée de repartir le même jour pour la Réunion, laissant la mission réduite à ses propres ressources.

Après avoir pourvu aux premières nécessités de la vie et construit les cabanes d'habitation, nous commençâmes la construction des cinq cabanes de l'observatoire pour les cinq instruments.

L'observatoire est terminé le 1^{er} novembre, et, dès ce jour, on se prépare à l'observation du 9 décembre par les exercices préliminaires, l'étude des instruments et la détermination de la position géographique.

La disposition des instruments est combinée de manière qu'ils puissent tous être pointés les uns sur les autres, directement ou par l'intermédiaire du miroir photographique ; ils peuvent ainsi se contrôler mutuellement et concourir à la mesure des images photographiques dans la position même où elles ont été prises.

Je détermine la latitude par quatre-vingts étoiles, passant à moins de 30 degrés du zénith ; tous les résultats sont compris entre $38^{\circ}42'48''$ et $38^{\circ}42'53''$; plus de la moitié des résultats diffère de moins de 1 seconde de la moyenne, qui est $38^{\circ}42'50'',796$ avec $0'',031$ d'erreur probable.

Les quelques écarts extrêmes dépassant 2 secondes peuvent être en grande partie attribués aux erreurs de position des étoiles du ciel austral. On remarque, en effet, très-souvent des différences de plus de 1 seconde entre le *Nautical* et la *Connaissance des Temps* pour 1874. Je ne citerai que les exemples suivants : α Colombe $+ 1'',7$; Procyon $+ 1'',8$; γ Baleine $+ 3'',3$; α Triangle $+ 3'',7$; β Centaure $+ 1'',7$; Sirius $1'',3$; α Grue $1'',4$; α Centaure $13'',1$, α Phénix $+ 5'',0$ (*Catalogue Baily. — Connaissance des Temps*).

Je vérifie cette latitude, obtenue avec un cercle de 35 centimètres et quatre microscopes, par l'observation des différences micrométriques de hauteur d'étoiles passant à peu près à égale distance, au nord et au sud du zénith. Cette dernière méthode, employée par un observateur différent avec un autre instrument, donne un résultat identique.

La longitude est déterminée par huit observations de culminations lunaires ; malheureusement, le ciel a été si continuellement couvert, que ces huit culminations, les seules qui aient pu être observées en trois mois, sont un peu incomplètes.

Nous pourrions obtenir une seconde longitude par le transport du temps qui a été effectué quatre fois entre la Réunion et Saint-Paul. J'ai fait toutes les observations chronométriques avec le plus grand soin, et l'île de la Réunion sera prochainement reliée à l'Europe par un câble électrique ; nous en connaissons donc exactement la longitude.

La longitude chronométrique provisoire que nous avons obtenue, $75^{\circ} 11' 0''$, est identiquement d'accord avec celle qu'a trouvée l'expédition scientifique de la Novara, en reliant successivement cette île avec les observatoires de Madras et du cap de Bonne-Espérance.

Nous avons calculé et préparé aussi vingt-cinq occultations d'étoiles observables pendant notre séjour à Saint-Paul ; mais le ciel toujours couvert n'a pas permis l'observation d'une seule.

J'ai fait ensuite une étude particulière de la méthode de Gauss, pour la mesure des micromètres des lunettes pointées les unes sur les autres, et je crois l'avoir améliorée, en obtenant des images photographiques des réticules des lunettes astronomiques ; en mesurant ensuite ce réticule photographié dans différents sens, soit avec la lunette qui l'a produit, soit avec la machine à diviser, on pourra obtenir une valeur des déformations des images produites par les objectifs ou les miroirs. Ces images fourniront en outre une excellente mesure angulaire des photographies du Soleil et de

Vénus. Il y a là toute une nouvelle série de recherches à faire, concurremment avec les mesures, par la machine à diviser.

Le 9 décembre, le passage de Vénus a été effectué avec un bonheur extrême, pendant la courte embellie de quelques heures qu'on remarque quelquefois au moment de la plus grande baisse du baromètre au milieu d'un coup de vent. Le mauvais temps avec pluie et brume a continué encore pendant quarante-huit heures après le passage.

Les deux contacts intérieurs ont été excellents, les deux extérieurs douteux, à cause des nuages; j'ai observé avec une grande netteté le phénomène de l'auréole de Vénus, et j'ai pu mesurer le diamètre de la planète encore à moitié hors du Soleil, que j'ai trouvé égal au diamètre perpendiculaire entièrement projeté sur le Soleil.

Le coup de vent et les pluies continuelles, qui n'avaient cessé qu'une heure ou deux avant le premier contact, avaient rendu l'atmosphère d'une transparence remarquable entre les nuages, ce qui a permis de voir l'auréole de la planète hors du Soleil avec une intensité peut-être même suffisante pour produire une impression photographique.

J'ai fait pendant toute la durée du passage une longue série de mesures micrométriques; mais elles n'auront malheureusement pas de valeur, à cause du peu de stabilité du grand équatorial, qui n'avait pas été fait pour des mesures si délicates. Son extrême légèreté et la petitesse des axes relativement à ses grandes dimensions le rendaient tellement sensible, au moindre vent ou au plus léger contact sur la tête de vis du micromètre, qu'il était impossible de fixer pendant un instant, même très-court, les deux fils sur les deux objets à comparer.

Avec des vents frais comme ceux qui régnaient pendant le passage, les oscillations s'élevaient souvent à 4 ou 5 secondes de chaque côté de l'objet pointé.

Ces observations micrométriques, qui avaient d'ailleurs été jugées sans utilité par la Commission, ne pourront donc pas servir au calcul de la paralaxe, mais elles engageront peut-être à remplacer dans l'avenir le micromètre à fil par l'héliomètre, dont les missions anglaises et allemandes croient avoir tiré un excellent parti.

Nous avons obtenu plus de quatre cents photographies du Soleil et de Vénus; la bonne préparation des plaques, l'exacte mise au point et l'extrême pureté de l'atmosphère ont permis d'obtenir des épreuves d'une très-grande netteté.

Enfin, nous avons levé un plan de l'île Saint-Paul, plus exact que celui qui existait. Le mauvais temps ne nous a pas permis de lever celui de l'île Amsterdam; nous n'avons pu que sonder et indiquer le meilleur mouillage.

La mission a quitté Saint-Paul le 6 janvier, et est rentrée en France au commencement de mars.

Je m'occupe, depuis cette époque, de la rédaction des travaux de la mission et du rétablissement, dans le parc de Montsouris, de notre observatoire de l'île Saint-Paul. On pourra y procéder à la vérification des instruments et à l'essai de la mesure directe des photographies replacées au foyer de la lunette photographique. Il sera possible d'étudier, s'il y en a, les déformations produites par les objectifs et par le miroir; enfin, on pourra préparer, dans ce nouveau laboratoire astronomique, destiné à rester sous la direction du Bureau des Longitudes, les missions astronomiques que, dans l'avenir, l'Académie jugera encore à propos d'ordonner.



TRAVAUX PUBLIÉS.

NOTICES ASTRONOMIQUES.

- 1^{re} Notice sur la lunette méridienne portative (*Ann. de la Marine et des Colonies*, 1855).
 - 2^o Observations chronométriques faites pendant la campagne de circumnavigation de la *Capricieuse*. Variations des chronomètres. Latitudes et longitudes des lieux visités (*Ann. hydrographiques*, 1855).
 - 3^o Longitudes chronométriques des principaux points de la côte du Brésil (*Ann. hydrographiques*, 1863).
 - 4^o Recherches sur la longitude de Rio de Janeiro (*Ann. hydrographiques*, 1866).
 - 5^o Notice sur l'hydrographie du Brésil (*Ann. hydrographiques*, 1867).
 - 6^o Positions géographiques des principaux points de la côte orientale de l'Amérique du Sud. In-8; 1868.
-

OUVRAGES DE NAVIGATION.

- Manuel de navigation du Rio de la Plata. 1^{re} édition, 1862, dernière édition 1873.
- Description des côtes du Brésil et instructions nautiques en quatre volumes :
- 1^o De Rio de Janeiro à Bahia;
 - 2^o De Bahia au cap Saint-Roque;
 - 3^o Du cap Saint-Roque à Maranhão;
 - 4^o De Rio de Janeiro au Rio de la Plata (en cours de publication).
-

CARTES ET PLANS LEVÉS ET PUBLIÉS.

- 14 Cartes et Plans des divers points des mers de Chine, de Corée et des îles de la Sonde.
- 2 Plans de la mer des Antilles.
- 73 Cartes et Plans de la côte orientale de l'Amérique du Sud, depuis la Guyane jusqu'au Paraguay.
- 34 Cartes et Plans de la côte de l'Algérie depuis la frontière de la Tunisie jusqu'à celle du Maroc.