

NOTICE
DES
TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE
M. A. BRAVAIS,

Lieutenant de vaisseau, Professeur à l'École Polytechnique.

Hydrographie et Navigation.

1°. *Sur les méthodes employées dans les levés sous voiles.* — Thèse d'astronomie, imprimée à Lyon en 1837.

Nécessité de corriger les angles observés de l'effet de la convergence des méridiens. — Effet du déplacement du navire pendant la station. — Résolution du triangle sphérique compris entre le pôle et deux points du levé, au moyen d'un triangle auxiliaire rectiligne et rectangle.

Une Note additionnelle à ce travail a été communiquée à la Société Philomathique, le 17 février 1838 (journal *l'Institut*, tome VI, page 103). — Le Mémoire original qui avait donné lieu à cette Note n'a point été imprimé jusqu'ici; il a été soumis à l'examen de l'Académie des Sciences, dans la séance du 13 mars 1854. Il a pour but de traiter des trois causes d'erreur suivantes qui s'introduisent dans le levé sous voiles: 1° l'erreur provenant de l'observation des angles; 2° l'erreur provenant d'une inexactitude possible dans la position des trois points primordiaux de la côte, qui servent à la confection de la carte au delà de ces points; 3° l'erreur provenant de l'omission de la correction azimutale des relèvements.

2°. *Sur l'équilibre des corps flottants.* — Thèse de mécanique, imprimée à Paris, en 1840, par madame Arthus Bertrand.

Sur la proposition de M. baron Tupinier, M. le Ministre de la Marine me fit la faveur de faire l'acquisition de 150 exemplaires de cette Thèse pour le département de la Marine.

Détermination de la ligne du second degré qui offre un contact du quatrième ordre avec la courbe engendrée par le déplacement du métacentre pendant le roulis. — Importance de la détermination de cette courbe pour la stabilité du navire. — Théorèmes relatifs aux surfaces des centres de

Le chapitre septième traite des variations barométriques dans le nord de l'Europe : une comparaison est établie entre ces variations et celles de nos climats, afin de mettre en évidence l'effet dû à la présence du soleil *au-dessus de l'horizon*.

La cinquième livraison, actuellement sous presse, se rapporte aux phénomènes de température. Je crois devoir en donner ici le sommaire, à cause de son importance.

Le chapitre huitième traite de la température de l'air.

Je commence par indiquer le procédé qui consiste à faire tourner le thermomètre en fronde; je discute les observations faites à bord du navire, celles faites à Bossekop en Laponie, et celles faites dans les Alpes suisses; j'analyse leurs résultats, et je les compare à ceux que fournit l'emploi du thermomètre observé à poste fixe.

À bord des navires, le thermomètre fixe donne des températures trop hautes, à toutes les heures de la période diurne; en outre, la fixité de l'instrument rend l'amplitude de la variation diurne thermométrique trop grande d'un demi-degré au moins, et de près d'un degré, par des temps clairs.

À terre, l'appareil fixe donne aussi des températures trop hautes, quant à la moyenne de la journée; mais l'effet général est moins marqué: l'amplitude totale de la variation diurne est augmentée d'au moins un degré, si le temps est clair.

Sur les montagnes, l'appareil fixe donne des températures un peu trop basses; l'amplitude de la variation diurne observée avec ce même appareil est trop forte d'environ $\frac{5}{10}$ de degré. Le jour, le thermomètre fixe donne trop haut; il donne trop bas, la nuit: ce second effet prédomine, dans la moyenne arithmétique des vingt-quatre heures de la journée.

J'ai fait, à Paris, de nombreuses expériences pour reconnaître si le procédé de la fronde développait quelque chaleur appréciable, et je me suis assuré qu'avec des vitesses de 10 mètres par seconde, il n'y avait aucune élévation sensible de température: cette élévation, si elle existe, est inférieure à un vingtième de degré (1).

J'examine, dans le même chapitre, les observations que nous avons faites sur les thermomètres à boule protégée par des enveloppes peu conductrices, et je montre que les températures ainsi obtenues sont inexactes, et qu'elles participent beaucoup trop à l'état thermique de la surface du sol.

Je passe ensuite aux variations de la température dans le Nord. — Varia-

(1) Ce Mémoire est actuellement imprimé dans le premier volume de l'*Annuaire de la Société météorologique de la France* (année 1853), page 127.

tion diurne et mensuelle. — Marche inverse du baromètre et du thermomètre (1). — Décroissements des températures observés avec des ballons ou des cerfs-volants (2). — Décroissements observés sur les flancs des montagnes : discussion des observations ; influence d'un ciel serein ou couvert, du vent, du soleil, etc. (3).

Le chapitre neuvième comprend les observations relatives à la température du sol et des sources. — Détermination des excès de la température moyenne du sol sur la température moyenne de l'air, dans le nord de la Scandinavie.

Le chapitre dixième contient les observations que j'ai faites, avec M. Lottin, sur le rayonnement solaire et sur celui des espaces célestes, ainsi que les observations du même genre que j'ai faites, avec M. Martins, dans les Alpes, et la discussion des résultats ainsi obtenus.

La sixième livraison doit traiter de l'humidité, des vents, de l'optique météorique, etc.

Quelques-uns des résultats qui y seront exposés ont déjà été rendus publics ; voyez, entre autres :

Observations faites en Laponie sur la moyenne orientation des nuages disposés en bandes parallèles ; dans le Journal l'Institut, tome IX, page 31, et tome XIV, page 421 ;

Observations sur les roses barométrique et thermométrique des vents dans la Laponie et les marches inverses du baromètre et du thermomètre ; dans les notes de la *Météorologie* de M. Kæmtz (traduction française), pages 160 et 289.

La division *Magnétisme terrestre* comprend six livraisons, dont les cinq premières sont en ce moment publiées.

Les deux premières livraisons contiennent les observations des variations diurnes de la déclinaison magnétique, ainsi que la discussion de ces observations. Le résultat principal de cette discussion est le suivant : « La variation diurne moyenne est fort différente dans les journées à faibles perturbations et dans les journées à grandes perturbations (4). » Les observations indiquent, en outre, avec une grande vraisemblance, que le mouvement oscillatoire de l'aiguille est le résultat de la superposition de deux ondes distinctes, l'une que j'ai nommée *équatoriale* qui paraît en rapport avec

(1) Voyez *Météorologie* de M. Kæmtz, traduction française, page 267.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XXX, page 697. Le manuscrit de cette partie de mon travail a été soumis à une Commission de l'Académie, composée de MM. Arago, Pouillet et Babinet.

(3) Voyez une Note sur cette question, présentée à l'Académie des Sciences. (*Comptes rendus*, tome XXX, page 697.)

(4) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XVIII, page 729.

l'échauffement produit par le soleil sur les divers éléments de la surface de notre globe, et l'autre que j'ai nommée *polaire*, et dont le foyer paraît être voisin des pôles.

Dans la troisième livraison du *Magnétisme terrestre* se trouvent les observations de déclinaison absolue, et celles des variations de l'intensité magnétique horizontale. — Les variations diurnes de ce dernier élément sont très-différentes dans les journées à faibles perturbations et dans les journées à grandes perturbations (1). — Les forces perturbatrices qui agissent dans la direction du nord au sud ou du sud au nord, sont trois à quatre fois plus considérables que celles qui agissent dans la direction de l'est à l'ouest ou de l'ouest à l'est.

La quatrième livraison contient les mesures des valeurs absolues de l'intensité magnétique horizontale. De nombreuses observations ont été faites d'après les nouvelles méthodes de M. Gauss. Toutes ces observations sont calculées, réduites et comparées entre elles.

La cinquième livraison contient les observations faites, à Bossekop, sur les variations de l'intensité magnétique verticale. A l'époque à laquelle elles ont eu lieu, on ne connaissait point encore l'instrument de M. Lloyd, qui est aujourd'hui observé régulièrement dans un grand nombre de stations météorologiques. Je me suis servi, pour ce genre d'observations, d'un appareil que j'ai imaginé et disposé sur les lieux mêmes.

La même livraison contient les mesures de l'inclinaison magnétique, et les observations qui ont été faites sur les variations simultanées des trois éléments du magnétisme terrestre, pendant de brillantes aurores boréales.

La division de l'ouvrage intitulée : *Aurores boréales*, qui est aujourd'hui complètement terminée, comprend la description de 150 aurores boréales observées à Bossekop pendant l'hiver de 1838 à 1839, et une discussion étendue des principaux résultats qui s'en déduisent.

Voici quelques-uns de ces résultats :

* La courbure des arcs réguliers de l'aurore boréale approche de la forme d'un petit cercle de la sphère; mais elle s'en écarte dans le voisinage de l'horizon. L'azimut du point de culmination ne coïncide pas avec le méridien magnétique; la différence est de 11 degrés pour les arcs situés au zénith; elle est moindre pour les arcs situés au nord du zénith, et plus grande pour les arcs situés au sud.

Les rayons de l'aurore boréale ont une tendance à se juxtaposer latéralement, de manière à former des rangées courant dans une direction perpendiculaire aux méridiens magnétiques.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XXIV, page 1101.

Le centre de figure des *couronnes boréales* peut être situé en un point quelconque de l'hémisphère céleste visible pour l'observateur.

Les phases de l'aurore boréale suivent une période diurne régulière.

La parallaxe de l'aurore boréale est à peine sensible pour deux observateurs éloignés l'un de l'autre de 15 kilomètres.

La division *Géographie physique* contient divers Mémoires de M. Bravais ; savoir :

Mémoire de M. Bravais sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark. — Ce Mémoire a été l'occasion d'un Rapport étendu et très-favorable présenté à l'Académie des Sciences par M. Élie de Beaumont, le 31 octobre 1842 (1).

Mémoires de MM. Martins et Bravais sur les lois de la croissance du pin sylvestre, du chêne et du frêne dans le nord de l'Europe. — Imprimé dans les Mémoires des Savants étrangers de l'Académie royale de Bruxelles, tome XV, deuxième partie, 1842. En mars 1843, les *Annales des Sciences naturelles* en ont donné un extrait. Il a, en outre, été l'objet d'un rapport de MM. Quételet, Kickx et Morren, dans le Bulletin de l'Académie de Bruxelles.

Détermination du diamètre moyen du pin sylvestre, à différents âges et sous diverses latitudes. — Loi de l'accroissement exprimée, dans le Nord, par une hyperbole. — Cause des anomalies de développement. — Moyen de constater, par l'abattage d'une centaine de pins, si la température moyenne de l'air, en Laponie, a varié ou non de plus d'un tiers de degré depuis deux à trois siècles. — Des accidents de végétation de ces arbres. — Des conditions essentielles pour obtenir en France des pins propres à la mâture. — Indication des localités convenables. — Recherche mathématique de l'intégrale qui donne l'âge probable d'un pin dont le diamètre est connu.

Les auteurs ont choisi le pin sylvestre comme objet de leurs études, attendu que cette essence fournit *tout le bois de mâture* des royaumes du Nord.

L'amiral Roussin, alors Ministre de la Marine, eut l'obligeance d'exprimer par lettre aux auteurs sa satisfaction, au sujet de l'utilité que ce travail pourrait avoir pour les bois de construction de la Marine.

Observations de MM. Martins et Bravais sur les températures de la mer à de grandes profondeurs dans les régions polaires (Voyages en Scandinavie, *Géographie physique*, tome XI, page 279). — Ce Mémoire a été rédigé par M. Martins, mais la majeure partie de ces observations a été faite en commun par M. Martins et par moi, comme l'indique la phrase qui termine le premier alinéa, page 280.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XV, page 817.

Astronomie et Hydrographie.

Cette division de l'ouvrage n'est point encore imprimée. Le manuscrit des *Observations astronomiques* est prêt à l'être, et peut être mis, dès à présent, sous les yeux d'une Commission académique.

J'ai pris une large part à ces observations; j'ai déterminé les latitudes de Bell-Sound (Spitzberg), Hammerfest, Iupvig, Bossekop, Syvajervi et Kare-suando; cette dernière ville est peu éloignée, au nord, de Pello, où s'arrête la triangulation de Maupertuis et d'Outhier.

La même livraison contient une « *Notice sur la dépression de l'horizon et sur le mirage qui, pendant l'hiver, accompagne presque toujours le phénomène de la dépression de l'horizon.* » J'y montre qu'à température égale, plus l'air est sec, et plus la dépression est grande.

Lorsque la température de l'air est voisine de 0 degré ou de + 2 degrés, ce qui était la température moyenne des eaux de la mer, la dépression observée diffère très-peu de la dépression calculée, 11'52". La variation totale entre - 10° et + 7° a été de 3'30"; elle a été environ de 0'17" pour chaque degré de température.

Ce Mémoire contient un exemple curieux de mirage: Un schooner à l'ancre derrière un petit promontoire de 1^m,5 de hauteur, couvert de neige, est vu dans toute la hauteur de son bois par un œil placé au delà du promontoire à 0^m,7 au-dessus du niveau de la mer.

Explication théorique de ces phénomènes dans la Notice sur le mirage, dont il sera question un peu plus loin.

Sur les marées du nord de l'Europe. — Ce Mémoire n'est point encore publié, mais il a été présenté à l'Institut dans la séance du 13 mars 1854.

Une courte Notice à son sujet est imprimée dans les Comptes rendus de cette séance.

Établissements et unités de hauteur, dans plusieurs ports du Nord. — Dans l'onde semi-diurne, le rapport des actions de la Lune et du Soleil est à peu près le même qu'à Brest. Dans l'onde diurne, le rapport des actions diffère beaucoup du rapport précédent.

La grandeur de l'onde diurne, par rapport à l'onde semi-diurne, est deux ou trois fois plus grande qu'en France.

Méthode pour déterminer les coefficients de l'onde diurne. — Les observations de haute et basse mer, à une époque déterminée de l'année, sont insuffisantes pour déterminer complètement les coefficients de l'onde diurne.

L'onde diurne du nord de l'Europe, étant mise en rapport avec celle des marées du Kamtschatka et du détroit de Behring, semble indiquer une relation assez intime entre les mouvements périodiques des deux mers.

Optique atmosphérique.

Le long séjour que j'ai fait, dans les contrées boréales, pendant les années 1838 et 1839, avait attiré mon attention sur les curieux phénomènes d'optique qui s'y développent. En tâchant de m'en rendre compte, j'ai vu que plusieurs d'entre eux n'étaient point encore complètement analysés, et j'ai cherché à combler cette lacune.

Dans un premier Mémoire (1), j'ai donné l'explication de l'arc-en-ciel blanc, ou arc-en-ciel de brume. En ajoutant à mes observations personnelles celles que j'avais trouvées éparses dans les Recueils scientifiques, et celles que M. Élie de Beaumont avait eu l'obligeance de me communiquer, j'ai pu tracer de ce phénomène, mal connu jusque-là, une description suffisamment complète : l'explication, basée sur ces faits, en reproduit fidèlement les moindres circonstances.

Plus tard, dans une communication faite à la Société Philomathique (2), j'ai fait voir comment on pouvait employer la mesure du diamètre de l'arc blanc à la mesure de l'épaisseur des vésicules du nuage, et comment, en combinant cette mesure avec celle de l'humidité faite par les hygromètres à absorption chimique, on pourrait arriver à déterminer le nombre de vésicules par mètre cube, sujet sur lequel les météorologistes ne possèdent encore aucune donnée précise.

J'ai publié, depuis cette époque (3), une Notice sur l'arc-en-ciel considéré d'une manière générale. J'y passe en revue toutes les dégénérescences et variations qu'il présente, et je montre que, depuis les recherches de MM. Airy, Miller, Galle et Babinet sur les arcs surnuméraires, et de moi-même sur l'arc-en-ciel blanc, la théorie physique de ce météore ne laisse presque plus rien à désirer.

J'ai examiné, dans deux Mémoires successifs (4), la question beaucoup plus complexe des apparences lumineuses engendrées par les cristaux de neige suspendus dans l'atmosphère.

J'espère avoir prouvé que la théorie de Mariotte rend un compte satisfaisant de toutes les apparitions bien constatées de halos et de parhélies, et que ces phénomènes sont dus à l'action réfringente ou réfléchive des

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, XXX^e cahier, page 97, et *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXI, page 348.

(2) Le 21 mars 1846; voyez le journal *l'Institut*, tome XIV, page 108.

(3) *Annuaire météorologique de la France*, année 1849.

(4) Notice sur les parhélies, *Journal de l'École Polytechnique*, XXX^e cahier, page 77, et Mémoire sur les halos, *Journal de l'École Polytechnique*, XXXI^e cahier; ce dernier Mémoire contient 266 pages in-4^o.

faces assemblées sous les angles dièdres de 60 et de 90 degrés, qui prédominent dans la structure cristalline de la neige. Avant la publication de ce travail, les arcs tangents latéraux du halo de 46 degrés, les parhélies situés à 46 degrés du Soleil, les paranthélies, les colonnes lumineuses passant par le centre de l'astre, l'anthélie et les arcs qui le traversent n'avaient pas encore reçu une explication convenable. Si quelque incertitude subsiste encore, c'est seulement en ce qui concerne certaines apparitions rares, imparfaitement décrites, et qui doivent sans doute provenir de facettes exceptionnellement développées sur les cristaux générateurs du phénomène.

J'ai fait construire un appareil qui reproduit et rend sensibles à l'œil les principales circonstances de ces météores (1). Ce petit instrument, que M. Soleil a exécuté avec beaucoup de soin, est applicable à des recherches sur plusieurs points de l'optique, et offre un nouvel exemple de l'avantage qu'il peut y avoir à substituer, par une rotation suffisamment rapide, une image continue à une image passagère ou intermittente.

On trouvera, dans les Mémoires cités, les lois générales relatives à l'illumination de l'atmosphère par des corpuscules géométriquement semblables et semblablement éclairés. Leur connaissance intéresse toutes les branches de l'optique météorique : pour en citer un seul exemple, il me suffira de rappeler ici l'opinion des physiciens, qui attribuent l'aurore boréale à des modifications de lumière analogues à celles qui se produisent dans les halos ; cette hypothèse trouvera un contrôle sévère dans l'application de ces lois.

Dans une Notice récente sur cette même question des halos (2), j'ai présenté l'ensemble des résultats auxquels je suis parvenu, dégagé des calculs, ainsi que des observations et expériences personnelles qui m'avaient guidé dans mes recherches ; j'y ai joint des recommandations détaillées, relatives à la manière dont ces phénomènes doivent être étudiés par les personnes à qui leurs loisirs le permettent.

Une détermination qui se rattache à la même série de travaux, est celle de l'indice de réfraction de la glace pour les différentes couleurs du spectre (3) ; j'ai dû faire construire un appareil spécial pour cette recherche, afin d'éviter l'erreur provenant de l'état de fusion continue des prismes de glace.

Enfin, j'ai fait de nombreuses observations sur l'état de polarisation qu'offre l'atmosphère, pendant les halos, ou même, le halo ne paraissant pas, pendant que règne la constitution météorique spécialement favorable à sa production (4). Dans le compte que j'en ai rendu, le 30 mars 1850,

(1) *Journal l'Institut*, tome XV, page 170.

(2) Notice et instructions sur les halos, *Annuaire météorologique de la France pour 1851*.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXI, page 361.

(4) *Journal l'Institut*, tome XVIII, page 140.

à la Société Philomathique, j'ai signalé, entre autres, le fait singulier de l'existence d'une polarisation intervertie, dans les parties supérieure et inférieure de l'aire interne du halo.

Notice sur le mirage (1). — Je passe en revue toutes les anciennes observations venues à ma connaissance; je rappelle les travaux de Woltmann, de Wollaston, de M. Gergonne et de M. Biot.

Mirage inférieur. — Rôle important de la caustique. — Rapport de grandeur des deux images. — Explication du mirage inférieur. — Cas de la caustique rectiligne. — Cause de la moindre étendue de l'image inférieure dans le sens vertical. — Effet de la courbure de la terre.

Mirage avec simple élévation des objets. — Il ne peut y avoir de caustique dans ce cas. — Couche dont la densité fictive est un minimum.

Mirage supérieur. — Cas des trois images. — Cause de la disparition fréquente de l'image supérieure. — Cas où l'image moyenne disparaît.

Mirage latéral. Mirage multiple. — Combinaison des deux espèces de mirage. — Phénomène rare; ce phénomène a été vu par M. Bravais dans le nord de l'Europe.

Depuis cette époque, j'ai fait, à Royan (Charente-Inférieure), de nombreuses observations sur le mirage observé à l'horizon de la mer; ces observations ne sont point encore publiées; elles sont accompagnées de plusieurs dessins, représentant l'apparence de la rive gauche de la Gironde, et celle de navires entrant dans le fleuve ou en sortant.

Explication théorique du relèvement des trajectoires lumineuses dans le mirage. — Cette explication, basée sur le système des ondes, a été communiquée à la Société Philomathique, séance du 21 mai 1853 (2). Ce phénomène paraît avoir embarrassé les géomètres, et en a conduit plusieurs à admettre la réflexion totale. Je montre qu'il n'y a point de réflexion totale, et que le relèvement des trajectoires est une conséquence naturelle de l'application de la théorie des ondes à la marche du rayon.

Note sur la polarisation de l'atmosphère. — Résultat d'observations faites sur la position des points neutres de la polarisation atmosphérique. — Dans la *Météorologie* de M. Kämtz (traduction française), à la page 407.

Sur les phénomènes du crépuscule. — Dans l'*Annuaire météorologique* pour l'année 1850, page 185. — Détermination de la limite supérieure de l'atmosphère, d'après des observations faites dans les Alpes, et cent trente mesures angulaires : nouvelles méthodes pour cette détermination.

(1) *Annuaire météorologique de la France*, tome IV, page 227.

(2) *Journal l'Institut*, tome XXI, page 193.

Physique du globe, Météorologie, Magnétisme terrestre.

1°. *Géographie physique de la France.* — Dans l'ouvrage intitulé *Patria*, auquel l'Académie a accordé une partie du prix de Statistique, dans l'année 1848.

Le chapitre relatif au *Magnétisme terrestre* doit particulièrement être mentionné, comme ayant nécessité des recherches considérables; il contient une carte offrant le tracé des lignes magnétiques de la France, travail qui n'avait pas encore été effectué pour notre pays.

2°. *Sur l'intensité du magnétisme terrestre en Suisse et en Italie.* — Dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XVIII, page 206. — Ce Mémoire donne, entre autres résultats, l'intensité magnétique observée au sommet du Mont-Blanc, et dans un grand nombre de stations réparties autour de cette montagne.

3°. *Sur la température de l'eau bouillante à diverses pressions, d'après des observations faites dans les Alpes.* — Dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XVIII, page 572, et tome XX, page 166.

Une partie de ce travail a été faite en commun par Ath. Peltier et moi.

4°. *De la vitesse du son entre deux stations inégalement élevées au-dessus de la mer*, en commun avec M. Martins. — Dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XIII, page 5 (1).

Nous désirions principalement savoir si la vitesse de propagation du son dans le sens vertical devait être considérée comme identique avec la vitesse de propagation dans le sens horizontal. Le résultat de nos observations est conforme à la prévision théorique.

5°. *Observations météorologiques régulières faites sur le Faulhorn et le Mont-Blanc en 1841, 1842 et 1844*, par MM. Bravais et Martins. — Ces séries, qui embrassent une période de quatre-vingt-quatre journées, pendant lesquelles on a observé jour et nuit, sont insérées dans l'*Annuaire météorologique* de 1850, page 27.

Les notes insérées dans la *Météorologie* de M. Kæmtz (traduction française), aux pages 88, 211, 254, font connaître quelques-uns des résultats obtenus pendant l'année 1841, sur le sommet du Faulhorn. — Variation diurne de l'humidité de l'air. — Décroissement de la température. — Variation diurne de la pression barométrique.

Des observations correspondantes aux nôtres ont été faites par MM. Capelli, Carlini, Carrel, Delcros, Fournet, Gautier, Ineichen, Mousson, Plantamour, Trechsel, Ulrich et Valz. Ces observations sont imprimées dans

(1) Un extrait de ce Mémoire est inséré dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XIX, page 1164.

l'Annuaire météorologique de la France, année 1851, page 213. Une Notice préliminaire, faite par M. Martins et moi, précède les tableaux numériques, et donne les détails nécessaires à connaître, qui se rapportent aux lieux d'observations et aux instruments employés.

6°. *Note sur un procédé pour mesurer la hauteur des nuages.* — Dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXIV, page 497. — La Note contient l'indication de quelques-uns des résultats obtenus par la méthode qui y est exposée.

7°. *Remarques sur la distribution de l'humidité absolue dans l'atmosphère.* — Dans le journal *l'Institut*, tome X, pages 309 et 310. — Décroissement de l'humidité avec la hauteur. — Impossibilité d'attribuer la tension effective de la vapeur d'eau, près du sol, au poids de la vapeur contenue dans une colonne verticale atteignant les limites de l'atmosphère.

8°. *Influence qu'exerce l'heure de la journée sur la mesure des hauteurs par le baromètre.* — Cette Note est imprimée dans *l'Annuaire météorologique* de l'année 1851, page 318. — Loi suivant laquelle paraît marcher la variation horaire des hauteurs calculées.

9°. *Sur les courants ascendants de l'atmosphère.* — Lu au congrès scientifique de Lyon, et imprimé dans les *Comptes rendus* de la session de 1841. — Ce travail a pour base des observations faites au sommet du Faulhorn, en Suisse. — Formation des nuages des journées sereines. — Succession d'effets qu'offre une période de vingt-quatre heures dans les conditions d'un ciel serein et d'un vent de force moyenne.

10°. *Sommet du Mont-Blanc* (édité par madame Arthus Bertrand; 1854). — Description de la vue dont on jouit du sommet de cette montagne. — Relevements au théodolite de trente-sept sommets ou points remarquables. — Planche représentant la moitié australe du panorama vu du sommet, et l'effet de la projection de l'ombre de la montagne, au soleil couchant, sur l'air atmosphérique qui joue, dans ce phénomène, le même rôle que jouerait un écran.

11°. *Sur la variation diurne de l'humidité et de la pression barométrique, au sommet du Faulhorn, et sur le décroissement de la température sur les pentes de cette montagne.* (Voyez les notes de la traduction française de la *Météorologie* de Kæmtz, pages 88, 211, 254.)

12°. *Intégration de la formule des nivellements barométriques*, en tenant compte de la loi de progression géométrique que suit le décroissement de l'humidité absolue, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. (*Journal l'Institut*, n° 453, pages 309 et 310.)

Physique proprement dite.

1°. *Sur les milieux dans lesquels les vibrations dextragères et lévogyres ne*

s'effectuent pas de la même manière. (Comptes rendus 1851, tome XXXII, page 165.) Ce sont les considérations développées dans cette Note, qui ont engagé l'auteur à traiter expérimentalement la question de l'influence exercée par la rotation terrestre sur un pendule conique.

2°. *Influence de la rotation de la Terre sur le mouvement du pendule à oscillations coniques.* — Une Note, relative aux résultats de ce travail, est contenue dans les Comptes rendus de 1851, tome XXXIII, page 195. — Deux méthodes ont été employées pour établir la différence de durées, dans les deux modes de rotation des pendules : méthode des observations successives, et méthode des observations simultanées. La différence de durée d'une oscillation, pour un pendule de 10 mètres, a été trouvée égale à $0^s,00072$, ce qui s'accorde exactement avec la théorie. J'ai fait voir, dans ce Mémoire, qu'il était nécessaire, dans le cas où la suspension est effectuée au moyen d'un fil métallique, de tenir compte de la correction de longueur du pendule, due à la flexion du fil; j'ai calculé cette correction et trouvé que, dans mes expériences, elle s'élevait à $10^{\text{mm}},5$. Borda ne paraît pas y avoir eu égard.

Ce Mémoire est actuellement sous presse, et paraîtra très-prochainement dans le tome XIX du *Journal de Mathématiques* de M. Liouville.

Une note, qui termine ce Mémoire, met en évidence une faute de signe commise par Lagrange, dans la théorie des oscillations elliptiques d'un pendule, faute qui a conduit l'illustre géomètre à un résultat évidemment erroné et contraire à l'observation.

3°. *Influence qu'exerce la rotation de la Terre sur un liquide tournant.* — La courbure du paraboléoïde n'est pas la même selon que la rotation a lieu d'occident en orient, ou d'orient en occident. — Expression du petit terme qui empêche la stabilité de la figure d'équilibre. (Communiqué à la Société Philomathique, le 22 mars 1851, journal *l'Institut*, tome XIX page 117.)

Recherches sur l'action capillaire du mercure (1).

La loi de Laplace, qui établit un rapport constant entre la dénivellation de l'un des points de la surface d'un liquide et la courbure moyenne de cette surface en ce point, me paraissait basée sur des preuves expérimentales insuffisantes (2). Je me suis occupé de sa vérification, pour le cas particulier du mercure, qui offre un grand intérêt pratique, à cause de l'emploi de ce liquide dans la mesure des pressions.

J'ai calculé de nouveau la Table de Bouvard, dont certains nombres, par suite de termes omis, étaient en erreur de 25 pour 100 de leur valeur. J'ai montré qu'en déterminant la correction capillaire, soit par le procédé qui

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome V, page 493.

(2) Les expériences de M. Plateau vérifient l'exactitude de cette loi, dans des circonstances nouvelles et dignes de remarque.

consiste à mesurer la flèche du ménisque, soit par la nouvelle méthode indiquée dans mon Mémoire, c'est-à-dire par la mesure de l'angle d'incidence, on obtenait toujours le même nombre pour cette correction. Une telle coïncidence se soutenant pour des valeurs variables du rayon du tube, on en conclut que la surface terminale offre la forme que lui assigne la théorie de Laplace.

J'ai fait voir, en outre, comment l'angle d'incidence variait sur divers baromètres, soit dans l'air, soit dans le vide, et j'ai indiqué un moyen de mesurer le diamètre interne du tube barométrique, sans que l'on soit obligé de démonter l'appareil.

5°. *Action d'un courant électrique circulaire, base d'un cône droit, sur une aiguille magnétique placée au sommet de ce cône* (1). — Formule donnant l'intensité du courant en fonction de l'intensité magnétique du globe, de la tangente de la déviation de l'aiguille et des éléments géométriques suivants : rayon de la base du cône, hauteur du cône, longueur magnétique de l'aiguille. — Le résultat principal peut être ainsi exprimé : « Lorsque la hauteur du cône est égale à la moitié du rayon de la base, l'intensité devient » sensiblement proportionnelle à la tangente de la déviation. » Modification qui en résulte pour la boussole des tangentes.

6°. *Note sur la vitesse du son* (2). — C'est une réponse à un Mémoire de M. Potter, qui attaque la théorie de Laplace sur l'introduction nécessaire, dans l'expression du carré de la vitesse, du rapport existant entre les deux chaleurs spécifiques de l'air. Le Mémoire de M. Potter est inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXXIII, page 327. La théorie de Laplace a été également défendue en Angleterre par MM. Rankine, Stokes et Haugton.

7°. *Note de dioptrique* (3). — Les quatre points caractéristiques indiqués par M. Gauss, dans sa Théorie générale des lunettes, sous les noms de *points principaux* et *foyers principaux*, s'éloignent à l'infini, et cessent d'exister, dans le cas où un faisceau entrant de rayons parallèles à l'axe sort à l'état de faisceau formé de rayons également parallèles à l'axe. C'est le cas, entre autres, de la lunette astronomique adaptée à un œil presbyte.

Je démontre que, dans ce cas, ces points sont remplacés par un point singulier, que je nomme *point confocal* de la lunette. On peut le définir par cette propriété remarquable, qu'il est à lui-même son propre foyer. Tous les

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXXVIII, page 301. Un extrait de cette Note est inséré dans les *Comptes rendus de l'Académie*, tome XXXVI, page 193.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXXIV, page 82.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXXIII, page 494.

points du plan mené par ce point normalement à l'axe ont leurs foyers dans ce même plan. — Propriétés et construction de ce point.

8°. *Description d'un nouveau polariscope, et recherches sur les doubles réfractions peu énergiques.* — Ce Mémoire doit être imprimé, sous peu de jours, dans le *Journal de l'École Polytechnique*; une analyse faite par l'auteur est insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie* (1).

Le polariscope décrit dans ce Mémoire est destiné à analyser la lumière à vibrations elliptiques. Comme analyseur de la lumière à vibrations rectilignes, il n'est pas supérieur aux appareils déjà connus; mais il est très-sensible à la moindre fraction de polarisation elliptique, et, en lui adaptant un compensateur d'une nature particulière, il mesure numériquement, et avec une assez grande exactitude, l'ellipticité de la vibration, et peut faire apprécier une différence de vitesse de deux rayons lumineux qui ne serait égale qu'à un dix-millionième de leur vitesse absolue.

Je me suis servi de cet appareil pour reconnaître si les cristaux du système régulier ou hexagonal ont ou n'ont pas un faible pouvoir biréfringent, parallèlement à leurs axes de symétrie ternaire. Je l'ai appliqué à la mesure des effets de la compression; sa sensibilité est telle, qu'un cube de verre légèrement comprimé entre les doigts donne aussitôt des signes de pouvoir biréfringent. — Avec un appareil compensateur décrit dans le Mémoire, permettant de ramener à l'égalité les deux teintes du champ de vision de l'appareil, et se prêtant en même temps à des déterminations numériques, on peut mesurer l'effet biréfringent que produit la compression; cet effet est 0,00050 pour le verre, et 0,00059 pour le sel gemme, sous la pression de 1 atmosphère.

Astronomie.

1°. *Article ÉTOILES de l'Encyclopédie nouvelle.* — C'est un résumé, fait aussi complètement que possible, de l'état où se trouvait l'astronomie stellaire, il y a une dizaine d'années.

2°. *Sur le mouvement de translation du Soleil.* — Deux Mémoires présentés à l'Académie des Sciences les 27 février et 23 octobre 1843. Les *Comptes rendus* de ces deux séances en contiennent une analyse sommaire.

Direction et quantité absolue du mouvement propre du Soleil, dans diverses hypothèses. — Rapport entre la vitesse du Soleil et la moyenne vitesse propre aux étoiles circumsolaires. — Note sur l'inégale distribution des étoiles à grands mouvements propres sur la sphère céleste.

Ce Mémoire a été imprimé dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, tome VIII, année 1843.

(1) Tome XXXII, page 112, et journal *l'Institut*, tome XIX, page 76.

Géométrie.

1°. *Sur la position géométrique des points dont les coordonnées sont des nombres entiers.* — Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 3 juillet 1837. — Rapport favorable de M. Sturm, le 18 décembre 1837.

L'auteur démontre, par des considérations purement géométriques, toutes les propriétés fondamentales des fractions continues. — Divers théorèmes sur l'analyse indéterminée du second degré.

2°. *Sur les propriétés géométriques des systèmes de points distribués régulièrement dans l'espace.* — Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 11 décembre 1848, et imprimé dans le XXXIII^e Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. — Une analyse de ce Mémoire, faite par l'auteur, est insérée dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XXVII, page 601.

Rapport favorable d'une Commission de l'Académie, ayant M. Cauchy pour organe. (*Comptes rendus*, tome XXIX, page 133.)

3°. *Sur les polyèdres symétriques de la géométrie.* — Imprimé dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, tome XIV, année 1849. Les démonstrations fort simples de cette Note ont passé dans l'enseignement élémentaire.

4°. *Sur les polyèdres de forme symétrique.* — Imprimé dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, tome XIV, année 1849.

Calcul des Probabilités.

1°. *Sur la probabilité des erreurs de situation d'un point.* — Mémoire présenté à l'Institut le 26 mars 1838. — Rapport favorable de M. Savary, le 9 juillet 1838. — La Commission conclut à l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. — Analyse de ce Mémoire dans le 225^e numéro du journal *l'Institut*, page 103.

L'auteur indique, entre autres, le moyen de réduire à une simple quadrature l'intégrale qui exprime la probabilité qu'une comète connue s'approchera de la Terre, en deçà d'une limite donnée.

2°. *Lettres adressées à M. Quetelet, sur les probabilités considérées dans l'étude des phénomènes naturels*, 1845. — Ces Lettres sont insérées, à la page 412, dans l'ouvrage de M. Quetelet, *sur la Théorie des probabilités*, imprimé à Bruxelles en 1846.

Cristallographie.

Eu partant du principe universellement admis que, dans les corps cristallisés, les molécules sont disposées en files rectilignes, et que les centres de figures sont équidistants entre eux sur chacune de ces files, en laissant

d'ailleurs indéterminée la forme, simple ou composée, de la molécule, on obtient ce que j'ai appelé un *assemblage de points* ou *système réticulaire*.

L'étude des propriétés géométriques d'un tel système m'ayant paru intéressante pour la théorie de la structure des cristaux, j'en ai fait l'objet d'un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie le 11 décembre 1848, et dont j'ai déjà fait mention sous l'en-tête *Géométrie*.

« Dédire de la géométrie tout ce qu'elle peut nous apprendre relativement à la symétrie des corps cristallisés, afin de séparer les influences qui tiennent à la forme de la molécule constituante de celles qui dépendent de l'arrangement relatif de leurs centres de figure, » tel a été le but que je me suis proposé.

Comme conséquences de ce premier travail, 1° on voit se dessiner la cause physique de la coexistence des faces dites *de même espèce*, et l'origine de ce que les minéralogistes ont nommé *les formes cristallines*; 2° on reconnaît que les diverses sortes d'arrangement se ramènent à sept systèmes cristallins; 3° on trouve que plusieurs de ces systèmes peuvent se subdiviser en types ou modes distincts, dont le nombre total est de quatorze, et qui correspondent assez exactement aux différentes formes primitives admises par les cristallographes; 4° on voit, enfin, que le phénomène du clivage et celui de l'apparition plus ou moins fréquente de telles ou telles faces, sont intimement liés avec la densité du tissu réticulaire des faces, de telle sorte que l'ordre suivant lequel se succèdent les faces, rangées fictivement suivant la densité décroissante de leur tissu, est, en général, sensiblement le même que celui dans lequel se succèdent les faces rangées suivant l'ordre croissant de leur résistance au clivage, et aussi sensiblement le même que l'échelle de fréquence de ces mêmes faces.

Le Mémoire est imprimé dans le XXXIII^e Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. On peut aussi en consulter des extraits communiqués à la Société Philomathique dans les séances des 2 décembre 1848, 17 et 24 mars 1849 (1).

Dans un autre Mémoire présenté à l'Académie le 6 août 1849, j'ai abordé l'étude des phénomènes généraux qui dépendent de la forme de la molécule. Ce Mémoire est imprimé dans le XXXIV^e Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, sous le titre d'*Études cristallographiques*; une Commission de l'Académie, formée par MM. Dufrénoy, Regnault, Lamé et Cauchy, a été chargée de l'examiner. Un Rapport très-favorable sur ce travail a été fait par M. Cauchy, dans la séance du 25 février 1851 (*Comptes rendus*, tome XXXII, page 284); il en a demandé l'insertion dans les *Mémoires des Savants étrangers*.

(1) *Journal l'Institut*, tome XVI, page 399, et tome XVII, pages 91 et 117.

J'essayerai d'en faire connaître l'esprit d'après les communications faites à la Société Philomathique les 19 mai, 2 juin, 7 juillet, 17 novembre 1849 et 8 juin 1850 (1).

Je montre d'abord que la molécule n'est pas un point unique, mais un système de points, un véritable polyèdre doué, comme le cristal lui-même, de plans de symétrie, d'axes de symétrie, etc., et qu'à une symétrie moléculaire déterminée correspond une structure cristalline pareillement déterminée; enfin, que la symétrie préexistante dans le polyèdre moléculaire est la cause de la symétrie que l'on observe dans l'assemblage cristallin.

La symétrie du cristal est ainsi un premier symptôme de la symétrie de la molécule. La forme de la molécule possède un deuxième mode de manifestation extérieure, au moyen du phénomène dit « de l'hémiédrie », comme M. Delafosse l'a annoncé le premier, il y a environ une dizaine d'années.

Ayant déjà, dans un Mémoire antérieur (2), examiné les différents genres de symétrie dont les polyèdres sont susceptibles, j'ai pu résoudre la question suivante : « Étant donné le polyèdre moléculaire d'une substance, trouver dans quel système la cristallisation doit s'effectuer, et quel genre d'hémiédrie doit en être la conséquence. »

Dans certains cas, le problème est susceptible de deux ou plusieurs solutions, et les diverses sortes de groupement que l'on obtient peuvent produire le dimorphisme, sans qu'il soit nécessaire de troubler le mode de composition de la molécule en ses atomes constituants, ou les rapports de situation des parties. Les divers arrangements que l'on peut imaginer a priori sont d'ailleurs si variés, qu'il est impossible de pouvoir trancher par la théorie seule cette question si obscure du dimorphisme, ainsi que celle relative aux différences qui peuvent exister entre la molécule cristallisée et la même molécule dans l'état liquide ou dans l'état amorphe de la substance.

J'ai ensuite examiné (3) un autre genre de manifestation de la forme moléculaire, qui se présente dans les cas d'hémitropie avec pénétration intime; ce cas offre un intérêt particulier, parce qu'il peut, à lui seul, déceler l'hémiédrie, caractère dont la valeur physique est devenue aujourd'hui très-importante.

Dans ce même Mémoire, j'ai divisé les molécules des corps cristal-

(1) *Journal l'Institut*, tome XVII, pages 180, 198, 228, 386.

(2) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, tome XIV, page 141.

(3) *Journal l'Institut*, tome XVIII, page 189. (Extrait communiqué à la Société Philomathique, le 8 juin 1850.)

lisés en six grandes divisions, suivant qu'elles sont holo-axes, hémi-axes ou té tarto-axes, monosymétriques ou polysymétriques. Pour faire apprécier l'importance physique de ce caractère, j'ai énoncé les lois empiriques qui suivent :

« Tous les cristaux connus en ce moment comme doués d'un pouvoir » rotatoire optique appartiennent à la catégorie des cristaux monosymétriques (1).

» Les cristaux pyro-électriques paraissent aussi se réunir en un seul » groupe, celui des cristaux à molécules hémi-axes dépourvues de centre de » symétrie. »

Sciences naturelles.

1°. *Sur la disposition géométrique des feuilles curvisériées autour des tiges des végétaux.* — Imprimé dans les *Annales des Sciences naturelles*, partie botanique; nouvelle série, tome VII, page 42.

Ce Mémoire, présenté à l'Institut, en 1836, a été l'objet d'un Rapport favorable de la part de M. Adolphe Brongniart. La Commission a demandé l'impression dans le *Recueil des Savants étrangers*.

2°. *Sur la disposition symétrique des inflorescences.* (Mêmes *Annales*, tome VII, et tome VIII.)

3°. *Sur la disposition des feuilles rectisériées.* (Même *Recueil*, tome XII.)

Ces Mémoires, rédigés par MM. Louis et Auguste Bravais, ont été traduits en allemand par M. Walpers. Les faits et les lois qu'ils contiennent ont aujourd'hui passé en grande partie dans l'enseignement élémentaire, grâce aux ouvrages devenus classiques de A. Saint-Hilaire et de Jussieu.

Remarques générales sur les travaux de M. Bravais.

En terminant cette Notice, je ferai remarquer que tous mes travaux, même ceux de géométrie pure, ont toujours été écrits dans le but d'arriver soit à une application pratique, soit à l'observation d'un phénomène naturel, dans l'espoir d'avoir l'heureuse chance de découvrir l'explication de sa cause.

Ces remarques seront une réponse à quelques personnes qui m'ont accusé d'être un géomètre ou un analyste trop pur, et de ne pas assez tenir compte de l'observation et de l'expérience. Je réponds que la géométrie n'a jamais été entre mes mains qu'un instrument dont j'ai cherché à me servir le mieux possible; je vais en donner la preuve.

(1) C'est-à-dire dont les polyèdres moléculaires n'offrent que des axes de symétrie (pas de plans, ni de centres de symétrie).

D'abord, ce sont mes études botaniques sur la disposition des feuilles dites curvisériées dans les végétaux (Rapport de M. A. Brongniart) qui m'ont amené à la considération géométrique des réseaux de points (Rapport de M. Sturm); c'est cette dernière étude, jointe à la notion du mode de coordination des molécules des cristaux, qui m'a fait écrire mon Mémoire sur les assemblages de points dans l'espace (Rapport de M. Cauchy). La symétrie jouant un rôle très-important dans la cristallographie, j'ai été conduit à rédiger les deux Mémoires suivants : « Sur les polyèdres appelés symétriques en géométrie » ; « Sur les polyèdres dont la forme est symétrique (*Journal de Mathématiques*). » Enfin, me basant sur ces études préliminaires, j'ai pu arriver aux résultats que renferme mon dernier Mémoire, « Études cristallographiques », sur lequel M. Cauchy a fait un deuxième Rapport très-favorable. Il résulte, de cette filiation d'idées, que le but qui m'a constamment servi de guide dans ces recherches était l'étude de la nature.

Les travaux dans lesquels j'ai considéré les phénomènes naturels, au double point de vue, d'abord de leur observation et ensuite de leur explication, sont : 1^o ceux que renferme la publication des Voyages en Scandinavie; 2^o ceux relatifs à l'optique atmosphérique, à la physique du globe, et au magnétisme terrestre; 3^o mon Mémoire sur la translation du Soleil, lequel, joint au Mémoire sur le pendule conique, m'a valu l'honneur d'être nommé correspondant de l'Académie royale des Sciences de Bavière.

Dans le paragraphe portant pour titre : « Physique proprement dite », mes Mémoires sur les effets de la rotation terrestre et sur la vitesse du son dans l'air sont évidemment consacrés à l'étude des phénomènes physiques et, par conséquent, naturels.

Mes recherches sur l'équilibre des corps flottants, sur la théorie capillaire dans le cas du mercure, sur l'action d'un courant électrique dans la boussole des tangentes, sur un appareil propre à dévoiler de très-faibles traces de la polarisation elliptique, et du pouvoir biréfringent, ont eu évidemment pour but les applications qui peuvent en résulter dans la pratique.

Enfin, mes travaux sur le calcul des probabilités sont en grande partie le résultat de l'étude que j'avais faite antérieurement des erreurs de position des points d'un levé sous voiles.

D'abord, ce sont mes études botaniques sur la disposition des feuilles dites curvisériées dans les végétaux (Rapport de M. A. Brongniart) qui m'ont amené à la considération géométrique des réseaux de points (Rapport de M. Sturm); c'est cette dernière étude, jointe à la notion du mode de coordination des molécules des cristaux, qui m'a fait écrire mon Mémoire sur les assemblages de points dans l'espace (Rapport de M. Cauchy). La symétrie jouant un rôle très-important dans la cristallographie, j'ai été conduit à rédiger les deux Mémoires suivants : « Sur les polyèdres appelés symétriques en géométrie » ; « Sur les polyèdres dont la forme est symétrique (*Journal de Mathématiques*). » Enfin, me basant sur ces études préliminaires, j'ai pu arriver aux résultats que renferme mon dernier Mémoire, « Études cristallographiques », sur lequel M. Cauchy a fait un deuxième Rapport très-favorable. Il résulte, de cette filiation d'idées, que le but qui m'a constamment servi de guide dans ces recherches était l'étude de la nature.

Les travaux dans lesquels j'ai considéré les phénomènes naturels, au double point de vue, d'abord de leur observation et ensuite de leur explication, sont : 1^o ceux que renferme la publication des Voyages en Scandinavie; 2^o ceux relatifs à l'optique atmosphérique, à la physique du globe, et au magnétisme terrestre; 3^o mon Mémoire sur la translation du Soleil, lequel, joint au Mémoire sur le pendule conique, m'a valu l'honneur d'être nommé correspondant de l'Académie royale des Sciences de Bavière.

Dans le paragraphe portant pour titre : « Physique proprement dite », mes Mémoires sur les effets de la rotation terrestre et sur la vitesse du son dans l'air sont évidemment consacrés à l'étude des phénomènes physiques et, par conséquent, naturels.

Mes recherches sur l'équilibre des corps flottants, sur la théorie capillaire dans le cas du mercure, sur l'action d'un courant électrique dans la boussole des tangentes, sur un appareil propre à dévoiler de très-faibles traces de la polarisation elliptique, et du pouvoir biréfringent, ont eu évidemment pour but les applications qui peuvent en résulter dans la pratique.

Enfin, mes travaux sur le calcul des probabilités sont en grande partie le résultat de l'étude que j'avais faite antérieurement des erreurs de position des points d'un levé sous voiles.

