

VOYAGES

DE LA

COMMISSION SCIENTIFIQUE DU NORD

EN

SCANDINAVIE, EN LAPONIE,

AU SPITZBERG ET AUX FERÖE,

PENDANT LES ANNÉES 1838, 1839 ET 1840,

SUR

LA CORVETTE LA RECHERCHE,

COMMANDÉE PAR M. FABVRE,

Lieutenant de vaisseau;

Publiés par ordre du Gouvernement

SOUS LA DIRECTION

DE M. PAUL GAIMARD,

Président de la Commission scientifique du Nord.

MAGNÉTISME TERRESTRE ;

PAR MM. V. LOTTIN, A. BRAVAIS, C. B. LILLIEHÖÖK, F. A. SILJESTRÖM,
E. G. MEYER, DE LA ROCHE-PONCIÉ, ET PAR MM. LE CAPITAINE FABVRE
ET LES OFFICIERS DE LA CORVETTE LA RECHERCHE.

TOME TROISIÈME. — DEUXIÈME PARTIE.



PARIS,

ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR,

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE, RUE HAUTEFEUILLE, 21.

VARIATIONS SIMULTANÉES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES,
OBSERVÉES A BOSSEKOP, le 18 février 1839.

TEMPS MOYEN de BOSSEKOP.	DÉCLINAISON.		INTENSITÉ HORIZONTALE		INTENSITÉ VERTICALE ABSOLUE.
	LECTURE.	VALEUR ABSOLUE.	LECTURE.	VALEUR ABSOLUE.	
^{h m} 7 20 soir.	"	"	"	"	5,0390
22	^{mm} 14,00	10°56',52	"	"	"
24	17 00	54 29	"	"	5 0375
25	"	"	^{mm} 338,02	I, 2172	"
26	II 63	58 28	"	"	"
27	"	"	351 95	I 2211	"
28	15 40	55 48	"	"	5 0309
29	"	"	378 05	I 2284	"
30	II 30	58 52	"	"	"
31	"	"	378 37	I 2285	"
32	3 50	II 4 30	"	"	5 0249
33	"	"	382 62	I 2297	"
34	6 05	2 41	"	"	"
35	"	"	388 92	I 2315	"
36	9 55	10 59 82	"	"	5 0289
37	"	"	397 87	I 2340	"
38	II 60	58 30	"	"	"
39	"	"	404 32	I 2358	"
40	13 38	56 98	"	"	5 0319
41	"	"	404 25	I 2358	"
42	14 33	56 27	"	"	"
43	"	"	394 95	I 2332	"
44	13 95	56 56	"	"	5 0319
45	"	"	393 40	I 2327	"
46	10 40	59 19	"	"	"
47	"	"	399 25	I 2344	"

VARIATIONS SIMULTANÉES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES,
OBSERVÉES A BOSSEKOP, le 18 février 1839.

TEMPS MOYEN de BOSSEKOP.	DÉCLINAISON.		INTENSITÉ HORIZONTALE		INTENSITÉ VERTICALE ABSOLUE.
	LECTURE.	VALEUR ABSOLUE.	LECTURE.	VALEUR ABSOLUE.	
^{h m} 7 48 soir.	^{mm} 14,65	10°56',04	»	»	5,0314
49	»	»	^{mm} 395,55	I, 2334	»
50	14 65	56 04	»	»	»
51	»	»	397 82	I 2340	»
52	13 25	57 08	»	»	5 0319
53	»	»	397 85	I 2340	»
54	8 93	II 0 28	»	»	»
55	»	»	400 77	I 2348	»
56	7 08	1 65	»	»	5 0319
57	»	»	405 02	I 2360	»
58	5 35	2 93	»	»	»
59	»	»	412 50	I 2381	»
8 0	7 90	1 04	»	»	5 0304
1	»	»	424 00	I 2413	»
2	17 20	10 54 15	»	»	»
3	»	»	423 28	I 2411	»
4	14 13	56 42	»	»	5 0335
5	»	»	417 35	I 2394	»
6	5 65	II 2 71	»	»	»
7	»	»	417 55	I 2395	»
8	17 05	10 54 26	»	»	5 0330
9	»	»	416 00	I 2391	»
10	25 70	47 84	»	»	»
11	»	»	411 30	I 2378	»
12	18 63	53 00	»	»	5 0365
13	»	»	411 07	I 2377	»

VARIATIONS SIMULTANÉES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES,
OBSERVÉES A BOSSEKOP, le 18 février 1839.

TEMPS MOYEN de BOSSEKOP.	DÉCLINAISON.		INTENSITÉ HORIZONTALE		INTENSITÉ VERTICALE ABSOLUE.
	LECTURE.	VALEUR ABSOLUE.	LECTURE.	VALEUR ABSOLUE.	
h ^m 8 14 soir.	^{mm} 14,70	10°56',00	»	»	»
15	»	»	^{mm} 406,80	I, 2365	»
16	20 18	51 94	»	»	5,0370
17	»	»	398 60	I 2342	»
18	»	»	»	»	»
19	»	»	395 82	I 2334	»
20	»	»	»	»	5 0375
21	»	»	396 25	I 2335	»
23	»	»	397 45	I 2339	»

Les observations de la « déclinaison » ont été faites par M. Lilliehoök ; celles de l'« intensité horizontale » par M. Lottin, et celles de l'« intensité verticale » par M. Bravais.

CHAPITRE IX.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHERIQUE.

Avant de passer à l'étude des actions mutuelles de l'aurore boréale et de l'aiguille aimantée, il nous a paru utile de donner ici nos observations sur l'électricité atmosphérique. Ces observations auraient été peut-être plus convenablement placées dans la division *Météorologie* de cet ouvrage ; mais la grande extension qu'a prise la rédaction de notre dernier volume s'y est opposée. Je dirai en outre que l'électricité atmosphérique des couches supérieures de l'air, d'après l'opinion de plusieurs physiciens, peut jouer un rôle assez important dans la production des aurores boréales.

Nous allons donner la liste de nos observations, en indiquant les essais successifs par lesquels nous avons passé avant d'arriver à des résultats qui nous

aient paru satisfaisants. L'électroscope ordinaire à paille ¹, placé sur un support isolant, et muni de sa boule terminale ou de la pointe en forme de paratonnerre, un fil de soie lamé d'argent, enroulé sur une bobine munie d'un axe de rotation horizontal, des flèches à pointe métallique dont M. Becquerel nous avait recommandé l'emploi, un bâton de gomme laque que l'on frottait sur un morceau de drap épais, tel est le système d'appareils que nous avons employés. A terre, à Bossekop, nous avons, le plus souvent, remplacé les flèches métalliques par un cerf-volant que nous avons fait sur les lieux, et dont il a été déjà question dans le chapitre VIII, § V, de la division « *Météorologie*. » Sa destination principale était de nous donner les températures des couches supérieures de l'air; mais tout le monde sait que l'on peut aussi s'en servir pour étudier l'état atmosphérique de l'air.

En mer, 15 juin 1838 ², à 4 heures du soir. — Envoyé, comme premier essai, deux flèches qui n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Envoyé une troisième flèche à la hauteur de 26 mètres, verticalement. Il se

¹ Dans l'état naturel, l'écartement des pailles était de 2 millimètres.

² Pour la latitude et la longitude du lieu d'observation, voyez, au tome I^{er}, *Points de la corvette à chaque midi*.

manifeste un écartement peu considérable (estimé à 5°, écart total). L'électricité était de nature vitrée, positive; le bâton de gomme laque a fait rapprocher les pailles. Le ciel était légèrement nuageux, l'horizon gris, la brise au S. S. O., faible, (électroscope n° 1).
B. Lo. M.

En mer, 16 juin 1838, à 11^h 20^m du matin. — Lancé une flèche à 26 mètres de hauteur environ. La pointe en paratonnerre était dévissée de dessus l'électroscope, de sorte que le fil métallique allait directement de la pointe armée de la flèche à cet électroscope. L'écartement total des pailles a été de 45°. La gomme laque les a fait rapprocher. Temps brumeux; hygromètre à 74° pour 13°,5 ther. hydr.; nuages très-légers et très-vaporeux, très-diffus vers le zénith; vent à l'O. N. O., faible, (électroscope n° 1).
B.

En mer, 16 juin 1838, 3 heures et demie du soir. — Lancé une flèche verticalement à 26 mètres. Les deux pailles se sont écartées de 25° environ. Elles se sont rapprochées chaque fois qu'on a présenté le bâton de laque à l'armature de l'électroscope. L'électricité était donc vitrée. Vent au N. O.; forte brume. M.

Le même jour, à 3^h 45^m, une flèche a été lancée horizontalement; elle s'est éloignée du navire de 33 mètres environ. Les pailles se sont écartées de 25° à 30°, et se sont rapprochées plusieurs fois sans se toucher, au moyen du bâton de gomme laque. Brise du

N. O. Brume encore plus épaisse ; mer très-belle. La pointe en paratonnerre était dévissée de l'électroscope. M.

Le même jour, à 8^h 30^m du soir, on a fixé en tête du grand mât une flèche attachée à l'extrémité d'un roseau, la pointe de la flèche dépassant d'environ 3 mètres la pointe en paratonnerre. Le fil en soie, recouvert d'argent, a été attaché à la pointe en cuivre de la flèche, et l'extrémité inférieure de ce fil a été fixée à la tige métallique qui surmontait l'électroscope n° 1. Aucun signe d'électricité ne s'est manifesté. Hauteur verticale, environ 30 mètres. En même temps, on a lancé une autre flèche à 26 mètres de hauteur ; aucun signe d'électricité ne s'est manifesté. Temps très-humide et brumeux. L'hygromètre à 74^{div.} pour 14° du thermomètre de l'appareil. La partie inférieure de la chaîne du paratonnerre du navire avait été soulevée, et fixée sur une enfléchure. B.

Le 26 juin 1838, à 9 heures du soir, vers le milieu du golfe de Drontheim, par un temps calme et serein, sans nuages, lancé une flèche horizontalement à environ 33 mètres de distance. Aucun signe d'électricité n'a été donné ; l'expérience comparative de la flèche verticale n'a pu avoir lieu. Le bâton de gomme laque, frotté sur le drap, avait beaucoup de peine à manifester de l'électricité. On avait surmonté l'électroscope (n° 1) de la pièce *inférieure* du paratonnerre. B.

Bossekop, le 16 octobre 1838. — Près de l'observatoire astronomique, par un vent bon-frais de S. E. qui gênait beaucoup, lancé une flèche à plusieurs reprises; nous n'avons pas réussi, sauf une fois : il y a eu entre les deux pailles un écartement assez grand pour y mettre l'index (20 millimètres). La gomme laque a fait rapprocher les pailles; l'électricité de l'air était positive. Lo. B.

Bossekop, le 30 octobre 1838, à 9^h 20^m du soir. — A l'observatoire astronomique, pendant que toutes les aiguilles magnétiques étaient agitées, nous lançons successivement trois flèches à une hauteur d'environ 26 mètres : aucun signe d'électricité n'a été perçu. Une des trois expériences était peu concluante, le fil métallique ayant décapelé du bout de la flèche; les deux autres étaient bonnes. L'air était assez sec, et le bâton de laque faisait écarter les pailles d'au moins 20°. Il commençait à tomber un peu de neige ronde; le temps était couvert; vent faible de l'est. B. L.

Bossekop, le 31 octobre 1838, 8 heures du soir. — Pendant l'aurore boréale, lancé une flèche à 26 mètres au moins.

Expérience avec le cerf-volant. — On a alors attaché directement le fil lamé sur le cerf-volant, au lieu de l'envoyer au moyen de la flèche; mais, dans ce premier essai, le fil s'est cassé. B

Bossekop, le 25 février 1839, vers 10 heures du matin. — Adapté une tige métallique à la tête du cerf-volant, et fixé à sa base l'extrémité supérieure du petit fil d'argent enroulé sur le petit dévidoir; puis filé 80 mètres de la ligne du cerf-volant, le fil métallique se déroulant latéralement, et ayant son autre bout fixé à la boule de l'électroscope non gradué. On a eu les résultats suivants : Électricité positive; avec le cerf-volant stationnaire, écartement assez constant d'environ 7 millimètres estimé à l'œil; avec le cerf-volant changeant d'azimut ou montant et descendant, écartement variable, généralement plus fort en montant, et qui est allé jusqu'à 10 à 12 lignes (24 à 27 millimètres). Il est surtout curieux de voir les pailles s'écarter de plus en plus quand le cerf-volant monte ou change d'azimut. Je pense que l'isolement du bout du fil est nécessaire. Temps assez sec et clair, beau; petit frais du S. E. La laque écartait bien les pailles. B.

Le même jour, à 5 heures et demie du soir, répété l'expérience avec ce nouveau système, en isolant le bout du fil; fixé à la tige métallique qui termine le cerf-volant, un fil de cuivre doré qui se rend de la tête du cerf-volant au porte-mousqueton du point d'attache de la ligne; de ce porte-mousqueton part le fil d'argent. Opéré comme précédemment (électroscope non gradué), et filé 70 mètres de ligne. Résultat : électricité positive, la ligne rapproche les pailles. Cerf-volant stationnaire, écartement faible, d'une ligne au plus ($2^{\text{mm}}, 2$). Le cerf-volant étant à

moitié rentré, on l'a laissé filer horizontalement et on l'a arrêté court par une demi-clef faite d'avance; le cerf-volant remonte alors rapidement, et l'écartement a été d'environ 6 lignes (13 millimètres) bien plus marqué que dans l'état stationnaire. Temps neigeux toute la journée et même pendant l'observation; ciel uniformément couvert, brumeux; l'air humide; la gomme laque écartant très-faiblement les pailles; vent de S. E., bon frais. B.

Bossekop, le 25 février 1839, à 10^h 30^m du matin.—
Même expérience. Attaché le fil lamé au porte-mousqueton, isolé d'ailleurs, puis filé 60 mètres de ligne. Nous faisons une petite graduation auxiliaire en millimètres, pour mesurer l'écartement des pailles, en la juxtaposant à l'électroscope, et comparant à l'œil l'écartement avec l'échelle graduée. Résultat: électricité positive, la laque rapprochant les pailles. Cerf-volant stationnaire; écartement de 4 millimètres, un peu variable. Lorsque le cerf-volant monte assez rapidement, l'écartement variable devient plus sensible, allant de 6 à 12 millimètres maximum; lorsqu'il descend, les pailles se rapprochent. Trois fois, le cerf-volant descendant, les pailles se sont rapprochées subitement, sont venues au contact, et se sont écartées de suite de 4 millimètres environ. Nous n'avons pas vérifié si l'électricité avait changé de sigue dans cette couche inférieure. Ciel bien clair, soleil, brise fraîche du S. E. assez égale, la laque écartant faiblement les pailles. B. Lo.

Le même jour, à une heure du soir, même expérience. Filé 60 mètres de ligne. Résultat : électricité positive, la laque écarte très-notablement les pailles; cerf-volant stationnaire; écartement de 3 millimètres. Lorsque le cerf-volant monte, et surtout lorsque le fil métallique se roidit, l'écartement va, assez rarement cependant, jusqu'à 10 à 12 millimètres. Soleil voilé; grands cumulus et cirro-stratus; brise du S. S. E. moins fraîche que le matin. B. Lo.

Bossekop, 1^{er} mars 1839, à cinq heures et demie du soir. Même expérience. Filé 60 mètres de ligne. On a mis en place un fil de cuivre décapé, joignant le porte-mousqueton du point d'attache du cerf-volant à celui des thermomètres, de sorte que le fil lamé part de ce dernier porte-mousqueton. Cerf-volant stationnaire; électricité positive, écartement de 2^{mm} à 2^{mm},5. Il est visible que l'écartement augmente lorsque le cerf-volant monte, qu'il diminue et devient presque nul lorsqu'il descend. En rentrant de 2 mètres le cerf-volant, et le laissant filer horizontalement pour le faire remonter brusquement, on a obtenu jusqu'à 7 millimètres d'écartement dans les pailles. On a alors brusquement roidi le fil en marchant, et tenant l'électroscope à la main; on n'a obtenu ainsi aucune augmentation sensible dans la déviation des pailles. Lorsque le fil n'est pas isolé, les mêmes effets sont sensibles, mais un peu moins marqués; du reste, le fil était presque isolé sur le dévidoir. Ciel très-clair, faible brise du S. E.; la

laque écartant notablement les pailles, mais son effet est très-peu marqué sur l'électroscope garni du fil.

B. Lo.

Bossekop, 5 mars 1839, à 5 heures et demie du soir : même expérience. Cette fois, on a attaché directement le fil lamé sur la pointe métallique du cerf-volant, en ayant soin qu'il soit suffisamment écarté de la ligne de soie; filé 100 mètres; cerf-volant presque parfaitement stationnaire vers 30 à 35 mètres de hauteur; alors les signes d'électricité étaient faibles : 3 à 4 millimètres d'écartement dans les pailles, mais quand le cerf-volant est bien stationnaire. En retirant 10 à 12 mètres de ligne et laissant remonter, on a obtenu jusqu'à 14 millimètres d'écartement. Quand le cerf-volant descend rapidement, la divergence diminue et les pailles finissent par se toucher, puis, de suite après, elles s'écartent de nouveau. En approchant le bâton de laque, les pailles s'écartent très-peu, et se repoussent de nouveau aussitôt après. Ciel très-clair et très-serein, brise de S. E., joli frais.

B. Lo.

Bossekop, 8 mars 1839 : même expérience. Nous fixons un petit taquet en verre sur le montant du tour du fil métallique; il est destiné à amarrer le fil avant de le couper. Notre mode d'expérimentation s'est perfectionné petit à petit, au moyen du taquet en verre et du verre coudé qui sert à mettre le fil hors du contact de la boule avant l'approche de la

laque. Nous avons trouvé un résultat remarquable, jusqu'à 15 millimètres d'écart. B.

De l'ensemble de ces observations, il résulte que l'électricité des régions supérieures est, en hiver, dans les régions boréales, presque constamment positive. Le fait de la diminution apparente de l'état électrique de l'air par une descente rapide, et de son accroissement apparent dans une ascension rapide, semble indiquer qu'il se fait dans le fil métallique une déperdition de fluide électrique par sa surface latérale, que cette perte est à peu près proportionnelle au temps écoulé, et que, dans le cas d'une ascension rapide, elle ne peut plus balancer l'augmentation qui se fait, à chaque instant, d'une nouvelle quantité de fluide sur le fil par l'action de la nouvelle couche que traverse la flèche du cerf-volant.

Nous terminerons ce paragraphe par indiquer les phénomènes bien peu nombreux produits, à Bossekop et dans le nord de la Laponie, par l'électricité atmosphérique.

A Bossekop, d'après les on-dit des habitants, on a assez souvent remarqué des éclairs; une fois, le 7 décembre 1829, à la suite d'éclairs, on a aussi entendu le tonnerre.

A Alten, M. Siljeström a entendu raconter à une personne du pays, qu'elle avait vu une fois, dans le mois de février, de forts éclairs et entendu bien dis-

tinctement le tonnerre, à la suite d'une aurore boréale très-intense ¹.

A Bossekop, le 12 octobre 1838, à 18 heures, chute de grêle ².

A Bossekop, dans la nuit du 8 au 9 mai 1839, vers minuit, il est tombé de la grêle; les grêlons étaient de la grosseur d'une lentille ³.

Le 9 juin 1836, à Bossekop, on a cru entendre le tonnerre du côté du sud. B.

¹ Extrait d'un registre tenu à Hammerfest pendant les mois d'hiver de 1826 à 1836.

² *Météorologie*, tome I, page 300.

³ *Météorologie*, tome I, page 423.



CHAPITRE X.

HISTORIQUE

DES HYPOTHÈSES FAITES SUR LA NATURE ET LA CAUSE

DES AURORES BORÉALES.

Nous ne pouvons commencer ce chapitre sans parler des nombreuses suppositions faites, depuis les anciens philosophes jusqu'à nos jours, sur la cause qui produit les aurores boréales.

Dans l'ouvrage danois de Fester, imprimé à Drontheim en 1781, et intitulé *Mathematisk og Physisk Betægninger over Nordlyset*, on trouve, aux paragraphes 11, 12 et suivants, des indications curieuses sur l'opinion des philosophes grecs au sujet de l'aurore boréale. Cet ouvrage étant à peine connu en France, j'en donne ici une traduction abrégée, cer-

tains détails m'ayant paru complètement superflus, et je me borne à la partie historique.

Dans les anciens temps, grâce à la superstition et à l'inexpérience, l'aurore boréale fut ordinairement considérée comme un phénomène surnaturel, et regardée comme étant de vrais esprits qui planent dans l'air, comme un signe de la justice divine, et un avertissement prochain de grands malheurs, guerre, peste, famine et autres fléaux. Ce phénomène a offert un texte très-convenable aux inexacts chimères de l'antiquité et aux niaiseries de l'imagination. Lorsqu'il se présente sous ses formes si nombreuses et si variées, on se figure voir en l'air des armées, des roues de feu, des solives enflammées, des déchirures dans le ciel, des diables et malins esprits, des dragons, des chevaux, des chiens, diverses sortes d'oiseaux, des flambeaux, des piques, des arbres, des navires et des croix. On mélange ensemble les comètes, l'aurore boréale, les dragons volants, les étoiles filantes, les globes de feu et autres météores de même espèce.

A une époque plus moderne, quelques observateurs commencèrent à s'occuper d'une manière plus sérieuse de ce phénomène, et on finit par établir une différence entre trois espèces d'aurore : la première, qui se montrait en arc au nord, d'où de nombreux rayons s'élançaient, comme des colonnes; la seconde, qui s'étendait sur tout le ciel; la troisième, qui se tenait basse près de terre, peu au-dessus de l'horizon, et imitait un incendie lointain.

Anaxagoras émit l'opinion qu'il découle une vapeur ignée de l'éther, qu'il envisage comme une matière chaude et subtile située dans la partie supérieure du ciel. Lorsqu'elle s'est ramassée et y a séjourné longtemps, elle s'élançe en haut ou en bas ; en bas, elle forme l'éclair ; en haut, elle produit diverses lueurs et notamment l'aurore boréale.

Anaximène déduit aussi l'aurore boréale d'une subtile matière qui descend de l'éther et tombe sur les nuages. Lorsqu'elle se mêle seulement lentement et en petite quantité avec les vapeurs terrestres qui nagent dans l'air, il en résulte une simple lueur atmosphérique ; si cela se fait plus rapidement, elle se brise à travers les nuages, et peut produire une explosion.

Aristote pense que l'aurore est en effet une matière enflammée, qui est allumée par une autre matière très-subtile ; il émet aussi l'opinion que, lorsque beaucoup de vapeurs sèches sont accumulées dans l'air, elles ne peuvent se consumer rapidement, comme dans le cas d'une étoile filante ou d'un globe de feu ; qu'elle a besoin pour cela d'un certain temps, ce qui donne naissance aux fortes aurores. Les différentes formes de celles-ci s'expliquent par la manière dont les vapeurs sèches, pas trop sèches toutefois, devaient se diviser en rond autour de l'atmosphère, tantôt en colonne et tantôt en nombreux ruisseaux : de là résultaient diverses formes, et il pouvait arri-

ver que la matière fût assez sèche pour prendre feu et brûler, lorsqu'elle se trouvait en contact avec le subtil esprit qu'il considérait comme le quatrième élément, qui, comme un feu, brûle les autres.

Sénèque pensa que les étoiles, dans leur cours rapide, pouvaient produire de la chaleur, et causer un feu qui brûlait les matières susceptibles d'inflammation.

Dans un vieil écrit, le *Speculum regale*, on trouve ces trois diverses opinions sur l'origine de l'aurore, que l'on croyait alors raisonnables, en pensant que l'une d'elles était nécessairement la véritable.

1° Si le Groenland est à l'extrémité nord du monde, le feu qui, disait-on, entoure la partie extrême de la grande mer, peut causer dans l'air cette lueur qui se voit la nuit au Groenland. 2° D'autres pensaient que le soleil, étant sous l'horizon, jette ses rayons en haut dans le ciel, le Groenland étant très au Nord, et la hauteur de la sphère en ce point étant moindre qu'ailleurs, de manière à permettre aux rayons de s'élever dans l'air. 3° D'autres enfin, que les glaces polaires produisaient cette lueur.

Les Groenlandais croient que ce sont les âmes des morts qui s'égayent en l'air par des danses, et se tiennent au-dessus des terres dont elles proviennent, pour avoir le plaisir de revoir leurs amis, et pour savoir ce qui les concerne. Ils croient que, si l'on fuit

devant elles, elles s'approchent de vous ; aussi se tiennent-ils coi pour ne pas peiner ou attirer ces âmes vers eux.

Quelques-uns des gens les plus simples croient, en Norvège, que, lorsque quelqu'un éventa l'aurore avec un mouchoir blanc, elle s'approche de lui ; aussi empêchent-ils les enfants et autres ignorants de faire ce téméraire essai : plusieurs pensent que, plus vous regardez l'aurore, et plus elle s'approche de vous.

Bomare considère l'aurore comme un nuage léger et transparent qui se voit de temps en temps la nuit au bord nord du ciel, qui a différents aspects, et des changements très-nombreux dans ses formes.

Marschall affirme que, depuis 1740, il a observé plus de soixante sortes d'aurores, avec leurs principales circonstances. Il en distingue trois sortes : 1° la lueur simple ; 2° l'arc simple ou double, au Nord ; 3° les vapeurs lumineuses venant du Nord, et qui s'emparent d'une partie du ciel.

Halley croit que l'aurore consiste en vapeurs magnétiques, lumineuses par elles-mêmes : d'autres l'attribuent à des vapeurs sulfuriques, ou même phosphoriques.

Zamberger dit qu'une grande étendue de l'air est

remplie de vapeurs enflammées qui y séjournent longtemps, et que le phénomène produit s'appelle *Nordlys*, parce que c'est surtout au Nord qu'il se montre.

Andersen trouve l'origine de ce phénomène dans un rapide embrasement de vapeurs sulfureuses qui se heurtent dans une très-haute région de l'air, où sont réunies des vapeurs de toute espèce ; qu'elles y sont pressées et condensées de manière à s'enflammer, et à jeter des rayons comme un feu d'artifice.

Kräger la considère comme une matière très-analogue au phosphore, consistant en vapeurs sulfureuses élevées de la surface du globe terrestre.

Eberhard croit que ce phénomène provient de la même matière électrique qui réside dans l'éclair et le tonnerre, et est un orage imparfait ¹. Wolf et d'autres auteurs disent de même, dans leurs traités de physique, que c'est un orage imparfait, manquant de salpêtre et ne pouvant éclater en tonnerre.

Le docteur Borner pense que ce sont des vapeurs salées, sulfureuses et huileuses qui s'enflamment dans les grands changements atmosphériques de l'automne et du printemps, quand la chaleur solaire ne peut plus suffisamment raréfier ces vapeurs sulfureuses.

¹ Cette opinion a reparu plusieurs fois depuis Eberhard. A. B.

Trøempler a voulu prouver que l'aurore boréale est un météore ; il en recherche l'origine, cite les opinions de divers savants, et en laisse le choix au lecteur.

On trouve ce qui suit dans un petit écrit de Möller sur ce sujet. Möller établit que le phénomène se passe dans la région inférieure de l'air ; qu'il flotte si bas, que l'on peut, avec un mouchoir agité en l'air, l'attirer à soi, comme des gens croyables l'en ont assuré. L'aurore peut aussi se tenir plus haut, mais pas à plus de 1 mille de hauteur. Il attribue son origine à une fumée et vapeur sulfureuse venant de l'Hécla, Terre-Neuve, rochers du Groenland, Spitzberg, Nouvelle-Zemble et autres terres inconnues ¹. Ces vapeurs en s'élevant se mêleraient avec l'air, et le vent les porterait vers les régions du Sud, où, s'étendant dans un air plus léger, elles occasionnent l'aurore, qui doit se voir en hiver, lorsque l'air n'est pas couvert d'épais nuages, et lorsqu'un vent convenable souffle ; alors elles dérivent au gré du vent, et finissent par être chassées par un vent plus fort, ou bien masquées par les nuages.

Pontoppidan, dans la première partie de son histoire naturelle de la Norvège, attribue l'origine de l'aurore boréale à l'électricité de l'éther ; il dit qu'elle existe toujours, mais qu'elle n'est visible pour notre

¹ Cette opinion a été reproduite par M. Biot, avec quelques modifications. A. B.

œil que dans certaines circonstances. Elle proviendrait, suivant lui, du feu électrique léger et subtil de l'air; par la rotation de la terre, ce feu fait une digression dans l'air, et révèle son électricité dans les parages du Nord. Il considère la terre et son atmosphère comme un globe de verre placé auprès d'une machine électrique.

Silberschlag considère l'aurore comme formée de vapeurs phosphoriques, et il explique de la manière suivante les circonstances du phénomène: « Lors-
 « qu'on jette du soufre frotté de phosphore dans
 « une fiole à moitié pleine d'eau, le jour suivant, l'air
 « qui surmonte l'eau devient très-transparent. Peu
 « après il devient un peu plus vaporeux, et si l'on se
 « rend dans une chambre obscure, on voit une lueur
 « analogue à un feu qui s'élève. Parfois cette lueur
 « imite l'aurore boréale, dont l'arc flotte sur l'eau;
 « elle offre aussi d'autres apparences, semblables à
 « divers autres météores atmosphériques. Quand la
 « lueur a disparu, et qu'on remet le vase à la lumière,
 « l'air enfermé redevient transparent. »

Silberschlag convient que plusieurs circonstances restent inexplicées; il ne nie pas l'influence de l'électricité et du magnétisme sur le phénomène, mais il croit que ce n'est pas là sa vraie cause.

Barhov a exprimé les opinions suivantes sur l'aurore boréale: 1^o Qu'elle doit être dans l'atmosphère et non en dessus, dans la partie supérieure de l'air,

au-dessus des nuages. 2° Que ce n'est pas une matière phosphorique ou sulfurique, brûlante ou lumineuse par elle-même. 3° Que c'est de la vapeur d'eau tirant sa lumière d'ailleurs. 4° Que cette dernière ne vient ni du soleil, ni de la lune ou des étoiles, mais bien des glaces voisines du pôle nord. Il pense que les grands glaciers peuvent concentrer toutes sortes de lueurs venant de la lune, des étoiles, etc., les réfléchir en l'air, et causer la lueur nommée *aurore boréale*.

Pour éviter de trop longues diversions, je n'ai pas fait connaître mon sentiment sur les diverses opinions rapportées ci-dessus ; je vais rapidement mentionner ce que j'ai à dire à ce sujet (c'est Fester qui parle).

Quelques-unes d'entre elles sont tellement à contre-sens et si bizarres, que leur inexactitude saute aux yeux. D'autres peuvent paraître douées de quelque vraisemblance, quand on se borne à les exposer sommairement. Mais, par une plus exacte appréciation, on y trouve de grandes et d'insurmontables difficultés quand il s'agit d'expliquer la hauteur du phénomène, sa coloration, sa forme, sa permanence, son époque, le lieu qu'il occupe dans le ciel, et la région du globe où on le voit.

Heitman a donné à l'aurore boréale les mêmes qualités qu'au feu maure (Moorill) sur mer (la phosphorescence). De même que le vent, en agitant la

surface des eaux, y produit une phosphorescence, de même l'air, en s'élevant et agitant les couches vaporeuses, détermine aussi une phosphorescence à la surface inférieure des couches que forment les vapeurs phosphoriques.

Dans le deuxième volume d'un livre imprimé à Leipzig sous le nom de *Neue Gesellschaftliche Erzählungen*, au sujet des voyages anglais dans la baie d'Hudson, on a exprimé l'opinion suivante d'Ellis sur l'aurore boréale. Ellis explique l'aurore par des particules de glaces flottantes dans l'air, comme on le fait pour les halos : lorsque ces particules atteignent une hauteur assez grande pour recevoir les rayons solaires, il en résulte l'apparence d'une aurore boréale.

Divers savants d'aujourd'hui ont eu une opinion à peu près pareille; mais, selon eux, ce sont des nuages formés de particules glacées qui se mettent en mouvement, et qui donnent les diverses formes de l'aurore boréale.

Fester repousse avec raison cette opinion : les nuages glacés, dit-il, ne dépassent pas 1 mille ou 1 mille $\frac{1}{2}$ d'élévation, et les aurores paraissent jusqu'à 100 milles danois de hauteur.

Fester passe alors à une opinion qui lui paraît de la plus grande vraisemblance et même d'une indubitable vérité. C'est celle de Mairan; il lui accorde l'honneur d'une-très importante découverte : Il a al-

lumé, dit-il, un flambeau qui éclaire l'origine et les causes de ce phénomène. Il cite l'opinion de Mairan qui énonce que la matière aurorale consiste en des molécules de l'atmosphère solaire s'étendant si loin, qu'une partie d'entre elles tombe sur l'atmosphère de la terre.

Fester discute ensuite les objections faites par Jessen ¹ à cette époque à l'opinion de Mairan, et surtout à la diminution de matière que devrait éprouver le soleil, et qui n'a pas encore été observée. A ce sujet il se jette dans des considérations mi-parties de métaphysique et de théologie qui le mènent fort loin, et par lesquelles il termine sa notice.

Entre autres objections faites à l'hypothèse de Mairan, Fester cite celle-ci : « Si l'aurore boréale, comme le veut Mairan, n'a aucune connexion avec l'atmosphère, elle devrait avoir le mouvement apparent de l'E. à l'O., comme les autres corps célestes. » Cette objection est très-sérieuse, et Fester y répond d'une manière peu satisfaisante, en disant que l'aurore, étant dans la sphère d'attraction de la terre, *doit par conséquent* participer à son mouvement de rotation. J'ai fait voir, dans le volume déjà publié par notre Commission, « Aurores boréales, p. 547 et 548, » que les mouvements de translation apparente de l'aurore n'ont aucun rapport avec les mouvements apparents que pourrait produire la rotation ou la translation

¹ Jessen, *État politique et physique de la Norvège*, tome I^{er}, pages 452 et suivantes.

de la terre, si l'aurore était un météore cosmique indépendant de la terre, arrivant des régions éloignées de notre système planétaire, soit même des régions extérieures à ce système ; et que, par conséquent, l'aurore est un phénomène qui se forme dans les hautes régions de l'atmosphère, qui accompagne la terre dans ses mouvements, en un mot, un phénomène atmosphérique. Au bas de la page 549, je mentionne, en note, que déjà M. Biot a fait cette remarque importante, à propos des aurores boréales qu'il a vues dans les îles Shetland.

Kœmtz, dans le tome III de sa grande météorologie ¹, passe en revue les différentes opinions émises depuis Mairan.

Il commence son exposition à l'époque où les faits principaux qui établissent une connexion évidente entre l'aurore et le magnétisme terrestre ont été découverts. Kupffer, Dove, Hansteen observent à peu près en même temps cette connexion : M. Dove montre que le changement de déclinaison ne se fait pas, au même moment, dans le même sens pour tous les lieux de la terre.

Wilke trouve que l'action perturbatrice s'exerce aussi sur l'aiguille d'inclinaison. Hansteen montre que l'intensité magnétique augmente avant l'apparition de l'aurore, qu'elle diminue au moment où l'au-

¹ *Lehrbuch der meteorologie*, pages 503 et suivantes.

rore paraît; diminue de plus en plus à mesure qu'elle devient plus vive; que l'aiguille retourne ensuite très-lentement à sa position habituelle d'équilibre. Il cite les observateurs qui ont confirmé cette loi, Humboldt, Farquarhson, Fox, Erman. Kœmtz fait remarquer que tous ces faits se réunissent pour prouver l'action de l'aurore boréale sur l'aiguille, mais n'expliquent pas cette action; il mentionne à ce sujet la possibilité de l'existence d'aurores invisibles, situées au-dessous du plan de l'horizon. Suivant lui, ces variations rappellent les alternances que les orages produisent dans l'électricité atmosphérique.

Partant de là, Kœmtz, revenant sur les temps antérieurs, cite l'opinion de Mairan sur l'aurore boréale. On sait que Mairan, dans son volume *Aurores boréales*, attribue l'aurore à un prolongement de l'atmosphère solaire, le même qui, suivant lui, produirait la *lumière zodiacale*, découverte par Cassini; mais on sait que cette hypothèse a cessé d'être adoptée par les astronomes, comme contraire aux lois générales de l'attraction et de la mécanique. Ainsi le point de départ de Mairan pêche par la base, quoique cette opinion ait été adoptée par plusieurs physiciens anciens. Mairan explique par la rotation de la terre la déviation du sommet des arcs vers l'ouest; le segment obscur et les rayons noirs sont les parties les plus sombres du milieu traversé par la terre.

Kœmtz passe à l'hypothèse de Kirwan, qui explique l'aurore boréale par des gaz ou autres matières combustibles, entraînés vers les pôles par des contre-courants supérieurs.

Parrot explique à peu près de même l'aurore, par du gaz hydrogène carboné venant de l'équateur : il cherche à faire voir comment cette matière se dispose en colonnes ou rayons auroraux ; il en conclut que c'est au commencement de l'hiver que les aurores doivent être les plus fréquentes, et cite les observations du capitaine russe Wrangel à l'appui de son opinion.

Le gaz de Parrot se condense dans les hautes régions de l'air, sous l'influence du froid polaire ; les étoiles filantes l'enflamment, et le manque d'oxygène détermine la combustion lente qui paraît se produire ordinairement dans l'aurore. Parrot est le premier qui, observant le parallélisme des rayons auroraux entre eux, en ait conclu que la forme de la couronne boréale était un simple effet de perspective.

Kœmtz combat cette explication de Parrot, en disant que l'aurore boréale n'est pas plus fréquente au commencement de l'hiver qu'à la fin. Cette remarque est juste ; mais elle ne me paraît pas suffire pour détruire l'explication donnée par Parrot.

Kœmtz arrive alors aux explications dans lesquelles l'aurore boréale intervient comme agent électro-magnétique.

Déjà, en 1716, Halley ¹ avait présumé que l'aurore boréale était un phénomène magnétique : l'électromagnétisme n'étant pas encore connu, on repoussa cette opinion, par le motif qu'on n'avait jamais vu d'action magnétique produisant de la lumière.

Canton remarque le premier la grande analogie qu'offre la lumière aurorale avec l'étincelle électrique qui traverse de l'air raréfié. Il attribue l'aurore à de l'électricité produite par deux nuages superposés, et à des températures différentes : ce serait ainsi un simple phénomène électrique, un orage polaire. Cette hypothèse, à peu près insoutenable, aujourd'hui surtout, a été adoptée par plusieurs physiciens, et surtout par Muncke.

MM. Biot, Dalton, Hansteen, admettent que l'aurore est formée par des colonnes parallèles à l'aiguille d'inclinaison (rayons auroraux). D'après M. Biot, l'aurore consisterait en de petits nuages venant du nord, formés d'éléments magnétiques susceptibles d'être dirigés par le magnétisme terrestre : ces nuages seraient des vapeurs métalliques, et amèneraient l'électricité des couches supérieures dans les couches inférieures.

L'hypothèse de Dalton ressemble à celle de M. Biot : les rayons seraient une matière magnétique rendue

¹ *Traité de l'électricité*, Becquerel, t. VI, p. 210.

brillante par l'électricité atmosphérique passant au travers.

Hansteen pense que la matière composant l'aurore consiste en vapeurs dissoutes dans l'air, et ne prend la propriété lumineuse qu'en dehors de l'atmosphère, là où sa transparence est devenue complète.

Ideler adopte à très-peu près l'explication de Biot et de Dalton.

Muncke admet que l'aurore boréale est un phénomène thermo-électrique : il ne peut admettre que ce soit un phénomène d'aimantation, car ces phénomènes ne produisent pas de lumière. Muncke écrivait avant les découvertes de Faraday sur l'induction magnétique. L'échauffement solaire successif de la terre par le soleil va de l'est à l'ouest; il en résulte, suivant Muncke, un courant thermo-électrique allant de l'est à l'ouest, analogue, dans ses effets, à un aimant ayant son pôle sud dans le nord. Il explique la rareté des aurores australes par la différence des superficies de la mer et de la terre, entre les deux hémisphères du globe terrestre. Dans les régions équatoriales, l'aurore est remplacée par les éclairs sans tonnerre, qui sont une sorte de passage à l'aurore boréale : mais cette dernière ne peut se montrer que dans la zone où les orages cessent de se produire.

Muncke explique de la manière suivante les variations de l'aiguille aimantée : La surface terrestre est

électrisée par les changements diurnes de la température : les alternatives d'évaporation et de précipitation, dues à ces changements, produisent des degrés d'électrisation différents, suivant que l'air est plus ou moins sec dans la couche d'air. De ces alternatives résultent les variations diurnes des aiguilles magnétiques. La terre étant considérée comme un corps électrisé, le fluide doit se distribuer suivant un cercle autour d'elle. Tant que les courants thermo-électriques conservent leur intensité, l'aiguille de déclinaison est immobile. Les déviations observées proviennent des actions exercées simultanément par le pôle nord et le pôle sud de la terre sur l'aiguille. Lorsque le courant est ascendant, l'action de ces deux pôles diminue. Dans nos parages, le pôle nord magnétique étant à l'ouest du méridien du lieu, cette action doit diriger vers l'est le pôle nord de l'aiguille, comme s'il était repoussé par le centre de l'action aurorale, placé dans l'hémisphère ouest.

Muncke ajoute qu'en se portant de plus en plus dans la zone nord de la terre, le foyer des perturbations étant plus proche de l'observateur, les variations de l'aiguille doivent y être moins régulières.

Kœmtz expose ensuite l'opinion de Moser. Moser ne cherche pas à expliquer la nature du phénomène de l'aurore boréale; il se borne à rejeter l'hypothèse d'une action exercée par l'électricité statique. Cette électricité n'agit pas sur les aiguilles aimantées; les orages ne les dévient pas; l'électromètre observé

dans le nord de l'Europe, pendant les aurores, n'a donné aucun résultat.

M. Dove a pensé que l'aurore était un phénomène produit par les perturbations magnétiques de l'intérieur du globe; car, dit-il, ce qui peut mettre en mouvement les aiguilles sur un espace étendu peut aussi produire de brillantes projections de lumière, lorsque la perturbation magnétique de la terre arrive à son plus haut point. Kœmtz fait remarquer que les actions magnétiques n'entraînent pas une formation de lumière. La découverte de Faraday sur les courants électriques développés par l'induction d'un aimant n'était pas encore connue à cette époque.

D'après quelques observations de Cassini, Kœmtz paraît admettre que l'action de l'aurore peut se faire sentir sur les aiguilles plusieurs jours avant son apparition.

D'après Hansteen, l'aurore boréale consisterait en étincelles lumineuses plus ou moins diffuses, partant entre des nuages superposés.

Argelander a aussi admis l'existence, dans l'aurore boréale, d'une matière d'une espèce particulière.

Dans le sixième volume du grand ouvrage publié par M. Becquerel sur l'électricité et le magnétisme, on

trouve quelques détails concernant les auteurs qui ont écrit sur l'aurore boréale.

M. Becquerel commence sa notice historique à Halley, 1715. Il donne la théorie de Mairan; il rappelle que les Suédois Celsius et Olof Hiorter à Upsal¹ ont découvert les premiers, en 1740, l'action de l'aurore boréale sur l'aiguille aimantée. Dans son *Cosmos*, M. de Humboldt fait la même mention; mais il oublie de citer, à tort ce me semble, le nom de Celsius.

Dalton, en 1793, découvre la direction des rayons vers le zénith magnétique : il adopte l'hypothèse des molécules de nature ferrugineuse.

Cavendish admet le fait découvert par Dalton, et l'explication des couronnes zénithales qui en est la conséquence.

M. Becquerel analyse ensuite le mémoire si remarquable de M. Biot. M. Biot, dans son travail sur les aurores boréales des Schetland, approuve l'opinion de Dalton sur le parallélisme des rayons auroraux entre eux, et suivant la direction de la résultante des actions magnétiques de la terre au point où ils se forment dans l'espace. Il fait remarquer que les mou-

¹ Voyez *Météorologie de Kæmtz*, t. III, p. 494, et surtout *Hansteen, Untersuchungen*, t. I, p. 412 : Hiorter indique le premier l'action de l'aurore sur l'aiguille.

vements auroraux n'ont aucune relation avec la rotation de la terre, et que le phénomène est simplement atmosphérique, et non cosmique. Si l'on jette un coup d'œil sur les pages 547, 548 et 549 du volume *Aurores boréales* de cette publication, on y trouvera le résultat des études faites sur ce point par le rédacteur, résultat qui s'accorde très-bien avec l'opinion de M. Biot, citée en note au bas de la page 549. En définitive, M. Biot admet que les rayons auroraux sont formés de particules magnétiques, ou du moins magnétisables par l'action terrestre, et provenant d'éruptions volcaniques. Sous l'action de la terre, ces molécules s'aimanteraient, et tendraient à se diriger suivant la résultante de l'action terrestre.

A la page 147 du tome IV de son ouvrage, M. Becquerel signale la grande ressemblance des teintes de l'aurore avec celles de la lumière électrique dans l'air raréfié.

Le fait de la coexistence des perturbations magnétiques et de l'aurore est devenu depuis lors de plus en plus évident, quoique Parry ait conclu, des observations de son voyage dans l'Amérique du Nord, que l'aurore boréale n'agissait pas sur l'aiguille aimantée : mais une étude plus approfondie des observations de Parry, et celles faites par le noble et infortuné sir John Francklin et par ses compagnons de route Richardson, Foster et Hood, dans les parties les plus boréales du continent américain, ont montré

que l'aurore boréale trouble l'équilibre des aiguilles aimantées.

D'après M. de Humboldt ¹, dans l'action mutuelle du magnétisme terrestre et de l'aurore boréale, l'aurore boréale jouerait le rôle passif; il la compare aux éclairs qui mettent fin à un orage électrique; suivant lui, l'aurore boréale mettrait fin, de son côté, aux orages magnétiques qui peuvent s'étendre sur des régions bien autrement vastes que celles qu'embrassent les orages ordinaires. Il cite M. Arago, qui a vu le premier que l'action de l'aurore boréale sur l'aiguille pouvait se produire encore dans le cas de l'aurore située au-dessous du plan de l'horizon de l'observateur.

J'ai tenu à compléter par moi-même les notices historiques précédentes, en consultant les auteurs originaux qui m'ont paru avoir le plus d'autorité par leur nom, et en y ajoutant quelques notes relatives à ces dernières années.

Quelques mots de plus sur Mairan, dont j'ai parcouru l'ouvrage, *Traité de l'aurore boréale*, 1754. Il a remarqué que les rayons auroraux qu'il appelle *jets de lumière* sont perpendiculaires à l'horizon; il se demande pourquoi, en France, on ne les voit que dans la direction du Nord, et cherche à expliquer le fait. Il n'a presque jamais vu de couleurs dans l'au-

¹ *Cosmos*, 1^{er} vol., p. 216, traduction française.

rore : cependant il cite quelques cas où l'extrémité inférieure des jets (rayons) lui a paru couleur de feu, ou quelquefois couleur orangée; il a vu sur le ciel quelques aurores boréales diffuses.

Il attaque l'opinion de Halley, déjà citée à la page 278 : il serait superflu d'intervenir dans une polémique de ce genre.

Mairan, Gassendi, Mayer, Muschenbröek pensaient que le point originel de l'aurore à l'horizon était le point nord de ce grand cercle. On ne connaissait pas encore la véritable orientation de ce phénomène.

Cavendish a traité, dans les *Transactions philosophiques*¹, la question de l'aurore boréale : son premier article est consacré aux arcs lumineux qu'il a vus. Il appuie l'opinion déjà émise avant lui, à ce qu'il dit, que l'aurore consiste en rayons parallèles, dont la convergence est un simple effet de perspective : il remarque ensuite que l'arc peut être considéré comme composé de rayons soudés l'un à l'autre. Ceci suppose une grande finesse d'observation; car, dans les aurores vues par une latitude inférieure à 55°, la forme d'arc est tout à fait dominante, et les rayons auroraux sont rares; tandis que, par 70° de latitude, ce phénomène de décomposition de l'arc en rayons est extrêmement fréquent².

¹ *Philosophical Transactions*, 1790, 1^{re} partie, p. 32; 2^e partie, p. 100.

² Confirmation de ce fait, *Aurores boréales*, p. 491.

Cavendish remarque que le bord inférieur des arcs est formé des petits cercles de la sphère céleste ¹; observation très-délicate à faire sur des arcs probablement peu élevés. Il critique avec raison la méthode des couronnes boréales employée pour déterminer la parallaxe des aurores, et fait voir que la couronne est un phénomène propre à chaque observateur, à peu près comme l'est l'arc-en-ciel.

Cavendish, savant distingué, et bien remarquable par la prudence et la réserve qu'il a toujours apportées dans les conclusions de ses observations, termine son travail sans donner aucune idée théorique sur la cause de l'aurore boréale.

Dalton a publié, dans les *Transactions philosophiques* de 1793, un mémoire fort intéressant sur les aurores boréales, et composé de deux parties distinctes ². Dans la première partie (pages 53 à 73) il décrit les arcs, le segment obscur au Nord, les plaques vibrantes, les lueurs isolées réparties sur tout le ciel; il donne la liste de deux cent cinquante aurores boréales qu'il a observées pendant sept ans, de 1788 à 1793 : c'est trente-six aurores par an. Les observations voisines des équinoxes, surtout de l'équinoxe d'automne, sont plus nombreuses que celles voisines des solstices.

¹ Confirmation de ce fait, *Aurores boreales*, p. 467.

² *Meteorological observations and essays*, Dalton; 2^e édition 1834; la 1^{re} édition, faite par l'auteur, est de 1793.

Ce n'est qu'à partir de l'aurore du 13 octobre 1792 qu'il observe l'action exercée par ce météore sur l'aiguille aimantée : il rappelle que Canton avait déjà observé l'action aurorale sur le magnétisme terrestre.

Dans la deuxième partie (pages 144 à 175), il cite des mesures de la position du centre des couronnes sur la sphère céleste avec un fil tendu dans la direction de l'inclinaison magnétique; il s'assure du parallélisme des rayons à cette ligne : il cite des observations d'un arc qu'il juge élevé de 150 milles anglais¹, et donne à l'atmosphère 400 à 500 milles anglais d'élévation. Relativement aux rayons, il observe que c'est vers 45° qu'ils paraissent avoir la plus grande longueur, et qu'ils sont ordinairement plus larges dans le bas que dans le haut.

A la page 168, il discute les hypothèses explicatives faites sur l'aurore; il admet que les rayons de l'aurore sont composés de matières ferrugineuses, magnétiques, orientées par la terre, le pôle nord en bas, servant de conducteurs aux décharges électriques silencieuses qui s'opèrent entre les couches les plus élevées de l'atmosphère et d'autres couches plus basses; il conclut que ce n'est pas la terre qui agit sur l'aurore, mais l'aurore sur le magnétisme de la surface de la terre.

Il cite trois observations qu'il a faites, les 8 et 12 février et le 30 mars, de l'aurore boréale, et simultanément des variations de la déclinaison magnétique.

¹ Le mille anglais est égal à 1609 mètres.

Deux sont des observations d'arcs montant du Nord ; la déclinaison diminue : l'autre, celle du 12 février, est une observation de couronne, après laquelle la déclinaison a diminué de $0^{\circ} 43'$.

Hansteen observe l'action de l'aurore sur l'aiguille de l'inclinaison magnétique.

M. Biot a publié un article fort intéressant sur l'aurore boréale dans le *Journal des Savants* de 1820'. Il cite les hypothèses de Halley et de Mairan, Celsius et Hiorter, comme découvrant les relations de l'aurore boréale et du magnétisme terrestre en 1740, et enfin l'explication donnée par Euler.

Euler attribue l'aurore boréale à des particules d'air que l'impulsion des rayons solaires enlèverait aux couches extrêmes de l'atmosphère, les chassant à une distance assez grande pour que la sphéricité de la terre ne s'oppose pas à ce qu'on les voie de points très-distants du lieu du phénomène. M. Biot fait remarquer qu'alors la terre devrait avoir une sorte de queue de comète.

Il décrit le phénomène de l'aurore, et cite Canton comme étant l'un des premiers physiciens qui aient fait connaître la ressemblance de la lumière électrique dans le vide avec la lumière aurorale.

Il cite² l'opinion de Dalton, déjà relatée plus haut.

¹ Page 342.

² Page 387.

des rayons auroraux consistant en colonnes métalliques d'une extrême ténuité.

Dans l'*Edinburg Journal of science*, 2^e série, t. V, 1831, M. Potter cite l'opinion de Muschenbrœk sur l'aurore boréale. D'après Muschenbrœk, le météore provient de nuages électriques; il appartient à l'atmosphère de la terre et participe à son mouvement.

M. Potter pense que l'aurore provient des vapeurs métalliques des hautes régions; il mentionne sa tendance à se mouvoir du Nord au Sud, et sa ressemblance avec l'étincelle électrique. Sa position dépend de l'action magnétique ou électrique de la terre.

M. Gerhard, dans le tome XXII des *Annales de Poggendorff* (1831), donne les résultats observés pendant l'aurore du 7 janvier 1830 : Mouvement bien marqué de l'aiguille de déclinaison de l'Ouest à l'Est; une augmentation a eu lieu dans l'intensité et une de 31' dans l'inclinaison comparée à celle du 8 janvier.

M. Fisher, en 1834, a communiqué à la Société royale de Londres l'opinion suivante sur l'aurore boréale. Suivant lui, l'aurore est un phénomène électrique dû à l'électricité positive de l'atmosphère; le rétablissement de l'équilibre se fait par des particules de glace imparfaitement conductrices, et transmettant

cette électricité au globe. Dans la zone équatoriale, cette même recomposition se fait par les éclairs et orages. Cette opinion a été défendue plus récemment par M. l'abbé Croiset (*Journal de l'Institut*, t. VI, p. 328); elle ressemble beaucoup à celle déjà citée de M. de Humboldt (ci-dessus p. 285).

D'après sir John Ross, le phénomène de l'aurore boréale est dû à l'action du soleil sur les glaces polaires. Réfléchis sur des neiges colorées, ses rayons viennent éclairer les nuages polaires, qui, avant cette illumination, étaient invisibles pour l'observateur. Il a construit un appareil, qu'il décrit dans l'*Athenæum anglais* du 29 septembre 1855¹, consistant en une sphère dont la surface est recouverte de fragments de verre de diverses couleurs, mobile autour d'un axe représentant l'axe de la terre, tandis que le soleil est figuré par le foyer d'une lampe placée derrière une lentille convergente.

L'appareil étant ainsi disposé, pour imiter les nuages auroraux on se sert d'une petite éponge imbibée d'eau, que l'on fait évaporer en plongeant dans l'éponge une tige de fer échauffée. L'évaporation de l'eau donne des vapeurs sur lesquelles, suivant sir

¹ A la fin de cette note, sir John Ross cite mon nom et celui de M. Martins. Nous avons eu, en effet, l'honneur de le voir à Stockholm le 2 et le 5 novembre 1839, à notre retour du Finmark; il nous a exposé sa doctrine des aurores boréales; mais, relativement à la phrase sur Arago qui termine cette note, je regrette que sir John Ross n'ait pas été mieux renseigné.

John Ross, on voit se peindre les couleurs de l'aurore boréale; cette lumière, dirigée sur une aiguille aimantée, exerce sur elle une attraction qui explique l'action magnétique exercée par les aurores boréales.

Cette opinion de J. Ross a été déjà émise, il y a longtemps, par Barhov. (*Voyez ci-dessus*, p. 272.)

L'un des principaux résultats de la discussion historique à laquelle nous venons de nous livrer est celui-ci : Toutes les hypothèses énoncées peuvent se grouper dans les deux séries suivantes : 1^o celle qui part du principe que c'est l'aurore boréale qui agit par son électricité ou par son magnétisme sur celui de la terre; 2^o celle qui, partant du principe inverse, suppose que ce sont les variations du magnétisme intérieur de la terre qui produisent l'aurore boréale.

Cette dernière opinion paraît être celle de M. Dove; c'est, à ma connaissance, le seul physicien qui l'ait adoptée.

La première opinion, au contraire, a eu un très-grand nombre de défenseurs; mais elle se partage en deux classes : ceux qui pensent que l'aurore est un phénomène magnétique, c'est-à-dire qu'elle est formée par des particules magnétiques, et ceux qui pensent que l'aurore est un phénomène électrique produit par une étincelle continue entre des matières conductrices. A la première de ces deux opinions appartiennent Halley, Humboldt, Dalton et Biot; à la seconde, Munck, Hansteen, Potter, Fisher. Parmi les

savants qui admettent l'état magnétique du phénomène, M. Biot pense que cet état pourrait être produit par l'action du pôle nord magnétique de la terre, et, à ce point de vue, il se rapproche beaucoup de M. Dove.

Si l'on se borne à considérer dans l'aurore boréale les phénomènes qu'offrent la direction commune de ses rayons et la disposition de ces mêmes rayons en cercles concentriques au pôle nord, on ne peut se dispenser d'admettre que l'aurore boréale est, à ce point de vue, sous la dépendance du magnétisme terrestre, ou, si l'on veut, sous la dépendance de l'action exercée par le pôle nord fictif, qui, d'après les idées de Gauss, remplace, pour chaque objet terrestre, le magnétisme de tout le globe. Mais autre chose est d'être aussi sous la dépendance des *variations* de cet élément. On ne peut conclure de l'un de ces faits à l'autre.

Remarquons que ces variations ne se produisent guère que dans le Nord, et qu'elles sont de plus en plus fortes à mesure que l'on approche du pôle. Ce fait de la croissance rapide de ces variations avec la latitude également croissante resterait tout à fait inexplicé, dans l'hypothèse d'une action active des perturbations magnétiques sur l'aurore. Pour l'expliquer, l'on serait certainement obligé de recourir aux idées les plus hypothétiques sur la constitution intérieure du globe terrestre. Ainsi, tel système qui mettrait l'aurore boréale sous l'unique influence du magnétisme terrestre et des variations de ce der-

nier, et qui en même temps refuserait d'admettre l'action de l'aurore sur le magnétisme, doit être certainement rejeté.

Il ne reste donc à discuter sérieusement que l'opinion de ceux qui admettent que l'aurore boréale n'est point soumise à l'influence des perturbations magnétiques de la terre, mais que c'est elle qui les produit. On ne doit accorder au magnétisme terrestre que la fonction de diriger les arcs et les rayons auroraux, en l'astreignant à suivre les lois physiques des attractions et répulsions électrodynamiques.

Nous voici parvenus à la fin du troisième et dernier volume de la division « *Magnétisme terrestre*, » qui complète la partie physique des Voyages en Scandinavie.

En réunissant à ces trois volumes de « *Magnétisme terrestre* » les deux volumes « *Météorologie*, » et le volume « *Aurores boréales*, » nous offrons aux physiciens un immense recueil d'observations précises, faites avec le plus grand soin, et classées dans un ordre qui permet de les consulter avec facilité.

FIN.

MAGNÉTISME TERRESTRE, TOME TROISIÈME.



TABLE DES MATIÈRES.



	Pages.
CHAPITRE V. — VARIATIONS DE L'INTENSITÉ MAGNÉTIQUE VERTICALE. <i>Observateur</i> : M. A. Bravais. <i>Rédacteur</i> : M. A. Bravais.....	1
CHAPITRE VI. — VARIATIONS DE L'INCLINAISON MAGNÉ- TIQUE. <i>Observateur</i> : M. P. A. Siljeström. <i>Rédacteur</i> : M. A. Bravais.....	36
CHAPITRE VII. — MESURES DE L'INCLINAISON MAGNÉTIQUE.	39

§ I. Exposition de la méthode suivie pour mesurer l'inclinaison magnétique. *Rédacteur* : M. A. Bravais..... 39

§ II. Observations de l'inclinaison magnétique en 1838, 1839, 1840..... 47

Observateurs : MM. Lottin, A. Bravais, Lilliehöök, Siljeström, le capitaine norvégien Meyer, Fabvre, Normand, J. Gennet, de Chastellier, officiers de la marine française, J. de La Roche-Poncié et de Lamarche, ingénieurs hydrographes, Laugier, membre de l'Institut, C. Martins, et E. Pottier, chef de timonerie de la *Recherche*. *Rédacteurs* : V. Lottin, A. Bravais.

§ III. Résultats généraux, et détermination de l'intensité magnétique. *Rédacteurs* : V. Lottin et A. Bravais.... 120

CHAPITRE VIII. — VARIATIONS SIMULTANÉES DES ÉLÉMENTS DU MAGNÉTISME TERRESTRE..... 122

§ I. Observations sur les variations simultanées des éléments du magnétisme terrestre. *Observateur* : M. Siljeström. *Rédacteur* : M. Siljeström (1)..... 122
Notes des pages 123, 133, 141. *Rédacteur* : A. Bravais.

§ II. Suite des observations sur les variations simultanées des éléments du magnétisme terrestre. *Observateurs* : MM. V. Lottin, A. Bravais, Lilliehöök, Siljeström. *Rédac-*

(1) Écrit en suédois, traduit en français par M. Meldola.

TABLE DES MATIÈRES.

297

Pages.

<i>teur</i> : A. Bravais.....	228
CHAPITRE IX. — ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. <i>Observateurs</i> : MM. V. Lottin et A. Bravais. <i>Rédacteurs</i> : MM. V. Lottin et A. Bravais.....	
	253
CHAPITRE X. — HISTORIQUE DES HYPOTHÈSES FAITES SUR LA NATURE ET LA CAUSE DES AURORES BORÉALES. <i>Rédacteur</i> : M. A. Bravais.....	
	264

TABLE GÉNÉRALE

ET DÉTAILLÉE

DES PLANCHES

**APPARTENANT A CHAQUE DIVISION DE LA PARTIE PHYSIQUE
DES VOYAGES EN SCANDINAVIE.**

LISTE DES PLANCHES

RELATIVES A LA I^{re} DIVISION

ASTRONOMIE ET HYDROGRAPHIE.

Carte de la Scandinavie, pour l'intelligence des divers mémoires de géographie physique, dressée par M. A. Bravais.

Carte des anciennes lignes du niveau de la mer entre Kaaford et Hammerfest, en Finmark (Norvège), dressée par M. A. Bravais.

Carte topographique des environs de Bossekop, en Finmark (Norvège), dressée par M. C. B. Lilliehöök.

Carte des mers du Nord, indiquant les températures de la surface de la mer dans les trois voyages de la corvette *la Recherche*, en 1838, 1839 et 1840, dressée par M. J. de La Roche-Poncié.

Plan de Bossekop, dressé par M. A. Bravais.

Planisphères représentant les trajectoires des étoiles filantes observées à Bossekop et à Jupvig, en Finmark, pendant les nuits du 12 au 13 et du 13 au 14 novembre 1838, dressés par M. A. Bravais :

1° Trajectoires sur la sphère des ascensions diurnes et déclinaisons.

2° Trajectoires sur la sphère des azimuts et hauteurs.

Planche relative au mirage, dressée par M. A. Bravais, contenant :

1° La reproduction de différents sites ainsi que divers mirages observés pendant la durée de ce phénomène.

2° L'appareil de M. Biot, pour retirer l'eau du fond de la mer.

Courbes de marées, planche 1, contenant :

1° Courbes des hauteurs de la mer.

2° Courbes des retards horaires.

Courbes de marées, planche II, — étoiles filantes, planche II, contenant :

1° Courbes des hauteurs de la mer.

2° Courbes des retards horaires.

3° Planisphère représentant les trajectoires des étoiles filantes observées à Bossekop (Finmark), pendant la nuit du 7 décembre 1838. Sphère des ascensions droites et des déclinaisons.



11 juillet 1839, au 24 août 1839,	{ à Magdalena-Bay, à Paris, à Hammerfest.
18 au 26 septembre 1839,	{ à Kaafjord, à Paris.
18 au 25 octobre 1839,	{ à Kaafjord, à Upsal, à Paris.

Courbes météorologiques, planche II, contenant :

- 1° Variations diurnes barométriques ;
- 2° Variations diurnes thermométriques.

Courbes météorologiques, planche III, contenant :

- 1° Variations diurnes thermométriques ;
- 2° Variations relatives aux vents ;
- 3° Rose d'orientation des nuages disposés par bandes parallèles ;
- 4° Tableau des divers modes de coexistence des vents supérieurs et des vents inférieurs ;
- 5° Tableau des divers modes de coexistence des vents supérieurs et des nuages orientés ;
- 6° Coupe verticale du terrain des mines de cuivre de Kaafjord, montrant le lieu où ont été faites les observations de M. Thomas sur la température du sol ;
- 7° Halo vu à Piteo le 4 octobre 1839.



LISTE DES PLANCHES

RELATIVES A LA 3^e DIVISION

MAGNÉTISME TERRESTRE.

Carte de la Scandinavie , pour l'intelligence des divers mémoires de géographie physique, dressée par M. A. Bravais.

Plan de Bossekop , dressé par M. A. Bravais.

Magnétomètre de MM. Gauss et Weber, par M. A. Bravais , et vue de l'observatoire magnétique établi à Bossekop suivant le système de M. Gauss.

Courbes magnétiques, planche I, contenant les courbes des variations de la déclinaison observées les :

28 juillet 1838, à Bell-Sound et à Upsal ;

29 septembre 1838, à Bossekop et à Upsal ;

avec les appareils de MM. Gambay et Gauss.

Courbes magnétiques, planche II, contenant les courbes des variations de la déclinaison, observées les :

29 décembre 1838, à Bossekop.

26 janvier 1839, à Bossekop.

23 février 1839, $\left\{ \begin{array}{l} \text{à Bossekop,} \\ \text{à Upsal.} \end{array} \right.$

30 mars 1839, à Bossekop.

25 mai 1839, $\left\{ \begin{array}{l} \text{à Kiescisvara,} \\ \text{à Upsal.} \end{array} \right.$

28 mars 1840, $\left\{ \begin{array}{l} \text{à Vaujourns,} \\ \text{à Bruxelles.} \end{array} \right.$

Courbes magnétiques, planche III, contenant les courbes de la variation diurne de la déclinaison à Drontheim, à Bell-Sound, à Magdalena-Bay, à Reykiavik, à Archangel et à Bossekop, en 1836.

Courbes magnétiques, planche IV, contenant :

1° Les courbes des variations de l'intensité horizontale observées les :

29 décembre 1838, à Bossekop.

26 janvier 1839, à Bossekop.

23 février 1839, $\left\{ \begin{array}{l} \text{à Bossekop,} \\ \text{à Göttingue.} \end{array} \right.$

30 mars 1839, à Bossekop.

2° La représentation graphique des variations diurnes simultanées, de la déclinaison et de l'intensité horizontale à Bossekop.

Courbes magnétiques, planche V, représentant les expériences qui eurent lieu à Bossekop les 26 décembre 1838, 5, 17 et 18 février 1839, et donnant le résultat des courbes des variations observées.



LISTE DES PLANCHES

RELATIVES A LA 4^e DIVISION

AUORES BORÉALES.

Apparence de l'aurore boréale dans le Nord à Bossekop, en Finmark, le 11 novembre 1838, vers 8 heures 20 minutes du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Nord-Ouest, à Bossekop, en Finmark, le 30 décembre 1838, à 8 heures 32 minutes du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Sud, à Bossekop, en Finmark, le 6 janvier 1839, à 6 heures 4 minutes du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Nord, à Bossekop, en Finmark, le 6 janvier 1839, à 6 heures 27 minutes du soir (Norvège).

Apparences successives de l'aurore boréale dans le Nord-Nord-Ouest, à Bossekop, en Finmark, le 12 janvier 1839 (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Nord-Est, à Bossekop, en Finmark, le 16 janvier 1839, à 10 heures 5 minutes du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Sud, à Bossekop, en Finmark, le 19 janvier 1839, à 7 heures 40 minutes du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans l'Est, à Bossekop, en Finmark, le 19 janvier 1839, à 9 heures 27 minutes du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Nord-Est, à Bossekop, en Finmark, le 21 janvier 1839, à 6 heures du soir (Norvège).

Apparence de l'aurore boréale dans le Nord, à Kaafjord, en Finmark, le 24 janvier 1839, à 7 heures 25 minutes du soir (Norvège).

Planche explicative dressée par M. A. Bravais, contenant :

1° Carte des méridiens et parallèles magnétiques du globe terrestre, pour les régions polaires boréales, d'après la grande carte de M. le commandant Duperrey.

2° Projection stéréographique de la sphère céleste, représentant les positions des arcs de l'aurore boréale sur l'horizon de Bossekop (Finmark).

Planche explicative dressée par M. A. Bravais, contenant :

1° Projection stéréographique d'arcs d'aurore boréale, observés à Bossekop pendant l'hiver de 1838 à 1839.

2° Projection stéréographique d'arcs de l'aurore boréale, observés à Bossekop et à Jupvig, le 12 janvier 1839.

3° Projection orthographique d'arcs de l'aurore boréale.

4° Projection des centres des couronnes sur la sphère céleste.



LISTE DES PLANCHES

RELATIVES A LA 6^e DIVISION

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

Carte de la Scandinavie, pour l'intelligence des divers mémoires de géographie physique, dressée par M. A. Bravais.

Carte des anciennes lignes du niveau de la mer entre Kaafiord et Hammerfest, en Finmark (Norvège), dressée par M. A. Bravais.

Carte topographique des environs de Bossekop, en Finmark (Norvège), dressée par M. C. B. Lilliehöök.

Plan du grand glacier au fond de la baie de la Madeleine. Température de la mer dans la baie de la Madeleine (Spitzberg).
