

leurs observations, éclairé le sujet de l'influence des localités sur les lois des variations des éléments magnétiques.

M. Sabine a établi une succession de comparaisons entre les diverses variations dans les quatre stations que nous avons indiquées<sup>1</sup>. Il a d'abord tracé les courbes qui indiquent la série des positions moyennes de l'aiguille de déclinaison dans les vingt-quatre heures, soit les variations moyennes diurnes de cette déclinaison, pour Toronto, Hobart-Town, Saint-Hélène et le Cap, les observations étant faites toutes les heures pendant cinq années. La courbe pour Toronto est exactement contraire, et en même temps symétrique, à quelques irrégularités près, à celle pour Hobart-Town. Ainsi, à Toronto, le pôle nord marche vers l'est de une heure après midi jusqu'à dix heures du soir; de dix heures du soir à deux heures du matin, il retourne vers l'ouest, puis il reprend son mouvement vers l'est jusqu'à huit heures du matin, moment de son maximum de déclinaison orientale; il se tourne alors d'une manière continue vers l'ouest jusqu'à une heure après midi, époque de son maximum de déclinaison occidentale. A Hobart-Town le pôle nord marche à l'ouest de deux heures après midi jusqu'à onze heures du soir; de onze heures du soir à trois heures du matin il retourne vers l'est; puis il reprend son mouvement vers l'ouest jusqu'à neuf heures du matin, moment de son maximum de déclinaison occidentale; il reprend alors un mouvement continu vers l'est jusqu'à deux heures après midi, moment de son maximum de déclinaison orientale. Il faut remarquer que la courbe est surtout prononcée depuis quatre à cinq heures du matin jusqu'à six ou sept heures du soir, dans les deux stations également, quoiqu'en sens inverse. Observons aussi que les mouvements à

<sup>1</sup> Nous croyons utile de donner ici la position géographique et les caractères magnétiques des quatre stations, auxquelles nous ajoutons celle de Greenwich :

	Latitude.	Long. Greenwich.	Décl. moy.	Inclin. moy.
Toronto	43° 40' N.	77° 5' O.	1° 25' O.	75° 15' N.
Hobart-Town	42° 52' S.	147° 27' E.	9° 58' E.	70° 34' S.
Sainte-Hélène	15° 56' S.	5° 40' O.	23° 36' O.	21° 40' S.
Cap de Bonne-Espérance	33° 56' S.	18° 30' E.	29° 5' O.	53° 15' S.
Greenwich	51° 31' N.		22° 51' 18" O (1847).	69° « N.

Toronto, tout en étant identiques, mais de signes contraires à ceux d'Hobart-Town, sont habituellement en avance d'une heure sur ces derniers.

La courbe de Sainte-Hélène et celle du Cap de Bonne-Espérance se ressemblent beaucoup; elles se partagent l'une et l'autre en deux branches, correspondantes à deux périodes, l'une de mai à septembre inclusivement, l'autre d'octobre à février inclusivement; les mois de mars et d'avril n'ayant pas de caractère bien déterminé. Dans la première période la variation dominante est l'orientale; dans la seconde c'est l'occidentale; si nous suivons la marche de l'aiguille à Sainte-Hélène dans la première période, nous trouvons qu'à partir de onze heures du soir le pôle nord de l'aiguille se dévie à l'est très-lentement jusqu'à quatre heures du matin, époque à partir de laquelle la déviation augmente rapidement jusqu'à sept heures du matin qu'elle atteint son maximum; à partir de ce moment l'aiguille rétrograde promptement vers l'ouest jusqu'à dix heures du matin, puis elle n'éprouve que quelques légères oscillations jusqu'à onze heures du soir. C'est entre cinq et six heures du soir qu'elle atteint son maximum de déclinaison occidentale qui est beaucoup moins prononcé que celui de déclinaison orientale. La marche de l'aiguille au Cap suit à peu près les mêmes phases; seulement elle recommence à rétrograder vers l'ouest entre onze heures et midi au lieu de dix heures; et c'est à ce moment qu'a lieu son maximum de déviation occidentale; puis elle oscille autour de sa position moyenne jusqu'à onze heures du soir; elle éprouve seulement un second maximum de déviation orientale entre trois et quatre heures après midi, mais peu prononcé. Dans la seconde période, c'est à dix heures du soir, dans les deux stations également, que l'aiguille commence son mouvement vers l'ouest, qui atteint son maximum à huit heures du matin, pour Sainte-Hélène, entre neuf et dix heures pour le Cap; à partir de ce moment l'aiguille se porte rapidement vers l'est, et elle atteint son maximum de déviation orientale à midi pour Sainte-Hélène, et entre une et deux heures après midi pour le Cap; elle rétrograde alors vers l'ouest jusqu'à cinq heures et six à sept heures du soir, époques à partir

desquelles elle n'éprouve plus de mouvement bien sensible jusqu'à dix heures du soir.

On voit par ces résultats que Sainte-Hélène participe pendant une moitié de l'année, quant à la marche de la variation diurne de l'aiguille, aux caractères des stations de l'hémisphère nord, et pendant l'autre moitié aux caractères des stations de l'hémisphère sud. Les mouvements opposés qui ont lieu simultanément chaque jour de l'année, sur le même méridien dans les deux hémisphères, ne se neutralisent point, comme on aurait pu le croire, de manière à laisser l'aiguille stationnaire, mais au contraire la variation diurne à Sainte-Hélène possède à la fois le caractère de celle qui a lieu dans les deux hémisphères; seulement, pendant une moitié de l'année, c'est le caractère de la variation de l'hémisphère nord, pendant l'autre moitié, c'est le caractère de la variation de l'hémisphère sud, qu'elle présente. Dans les mois intermédiaires de mars, d'avril, de septembre et d'octobre, la variation diurne participe plus ou moins, suivant le jour, aux caractères propres des deux saisons; cependant septembre peut être considéré comme appartenant à la période de mai à août, et octobre à la période de novembre à février, quoique l'un et l'autre présentent, entre cinq et sept heures du matin, quelques traces du caractère opposé à celui de leur période. Quant à mars et avril, tous les deux manifestent également, dans les heures du matin, une déclinaison d'abord orientale, puis occidentale, ce qui fait qu'on ne peut les comprendre ni dans l'une ni dans l'autre période, puisqu'ils ont les caractères de toutes les deux. Il est important de remarquer que les deux portions de l'année dans lesquelles la variation diurne a lieu dans des directions opposées à Sainte-Hélène, ne sont point déterminées par la déclinaison du soleil relativement à la latitude du lieu, mais bien par cette déclinaison relativement à l'équateur; car dans la première supposition, la déclinaison du soleil ne devenant australe pour Sainte-Hélène que dans la première semaine de novembre, et par conséquent redevenant déjà boréale dans la première semaine de février, les deux périodes devraient être respectivement de trois et de neuf mois au lieu d'être égales comme elles le sont. Elles ne sont donc point séparées l'une de

l'autre par le moment où le soleil, à son passage au méridien, se trouve au zénith de Sainte-Hélène, mais bien par celui où il est au zénith de la ligne équatoriale. Nous verrons dans le paragraphe suivant l'importance que présente cette remarque, dans l'explication des variations diurnes.

Quant au Cap de Bonne-Espérance dont la latitude est de  $33^{\circ}56'$ , et pour lequel la déclinaison du soleil est par conséquent boréale toute l'année, il n'y a pas même possibilité à poser la question qui vient de nous occuper pour Sainte-Hélène. Il semblerait que cette station devrait obéir pour sa variation diurne magnétique aux lois qui régissent cette variation dans l'hémisphère austral; cependant elle participe à cet égard aux caractères des stations intertropicales, et, comme à Sainte-Hélène, les deux périodes sont séparées par le moment où le soleil passe à l'équateur, la déclinaison ayant lieu à l'est quand le soleil est dans l'hémisphère boréal, à l'ouest quand il est dans l'austral.

Cette anomalie que présente le Cap de Bonne-Espérance est d'autant plus frappante que, si l'on prend dans l'hémisphère boréal une station située à peu près à la même distance de l'équateur, telle qu'Alger dont la latitude est de  $36^{\circ}$ , on trouve, ainsi que cela résulte des observations de M. Aimé, que pendant toute l'année l'aiguille arrive à la limite de son excursion à l'est vers 2 heures après midi. Or, si les mouvements de l'aiguille étaient au Cap inverses de ceux d'Alger, la limite à l'ouest devrait y arriver en moyenne toute l'année vers 8 heures du matin, et la limite à l'est vers 4 ou 2 heures après midi; tandis que, comme à Sainte-Hélène, il y a analogie avec Alger dans les mouvements de l'aiguille pendant les mois compris entre l'équinoxe d'automne et celui du printemps, et opposition seulement pendant les mois compris entre l'équinoxe du printemps et celui d'automne. Il y a donc dans la situation spéciale du Cap de Bonne-Espérance une cause particulière, probablement son isolement au milieu des mers, qui le fait participer, en ce qui concerne les variations magnétiques, au caractère des stations intertropicales. Il y participe encore en ce que l'amplitude des variations diurnes, qui y est beaucoup moins consi-

dérable qu'elle ne l'est à Alger, à peu près moitié. Cependant c'est également au Cap, comme à Alger, quand le soleil a la moindre élévation au-dessus de l'horizon, en janvier pour Alger et en juillet pour le Cap, que les variations sont les plus faibles.

Il résulte donc des observations que nous venons de résumer et qui ont été faites avec le plus grand soin, qu'il n'existe pas, comme Arago l'avait cru, de ligne entre les deux hémisphères ou l'aiguille, pendant toute l'année, ne marche ni à l'orient, ni à l'occident, c'est-à-dire reste stationnaire n'éprouvant aucune variation diurne; mais il existe des stations où la variation diurne est pendant la moitié de l'année orientale, et pendant l'autre moitié occidentale. Il peut, il est vrai, exister une ligne où la variation moyenne annuelle de la déclinaison soit nulle, c'est celle qui comprend les points où la variation occidentale et la variation orientale sont égales en durée et en intensité. Sainte-Hélène est bien près d'être un de ces points; cependant il paraît que sa courbe moyenne se comporte comme appartenant légèrement à l'hémisphère austral; la ligne où la moyenne des variations diurnes de l'année serait nulle, passerait donc au nord de Sainte-Hélène.

Quoiqu'en général la variation diurne augmente d'amplitude à mesure qu'il s'agit de lieux dont la latitude est plus élevée, cependant M. Bravais, en tenant compte des perturbations qui sont très-fréquentes dans les régions boréales, a trouvé par la comparaison des grandeurs de l'arc parcouru simultanément à Bossekop et à Göttingue, entre 8 heures du matin et 1 heure après midi, c'est-à-dire pendant le moment de la journée où les perturbations irrégulières se font à peine sentir, que l'excursion occidentale de l'aiguille de Bossekop est moindre que celle de l'aiguille de Göttingue, dans le rapport de 5 à 6 environ. Mais il n'en est plus de même pour les perturbations qui augmentent considérablement d'étendue à mesure qu'on s'approche du pôle où elles sont bien plus fréquentes. Aussi M. Bravais est-il conduit à attribuer les variations de l'aiguille à deux genres d'action d'une nature très-différente, qu'il nomme *onde* et qu'il désigne par les noms d'*onde polaire* et d'*onde équatoriale*. La première, d'une intensité

variable, décroît à mesure qu'on se rapproche de l'équateur et résulte évidemment de forces dont le foyer est situé à de hautes latitudes magnétiques; la seconde, constante, va au contraire en croissant des pôles vers l'équateur magnétique, et l'origine des forces qui l'engendrent est située dans les régions équatoriales. Nous aurons occasion de reparler de cette distinction dans le paragraphe suivant. Revenant pour le moment aux perturbations magnétiques elles-mêmes, nous devons remarquer que M. Sabine, au moyen des observations faites à Toronto et à Hobart-Town, leur a trouvé des caractères particuliers assez curieux: 1° l'irrégularité de leur marche, un grand nombre de jours s'écoulant sans qu'on puisse en découvrir de traces; 2° l'étendue considérable de la déviation de sa position normale à laquelle l'aiguille est exposée pendant leur durée; 3° leur existence simultanée, ou à peu près, sur toutes les parties du globe. Au moyen de ces caractères, M. Sabine a pu constater que sur 22,376 observations horaires à Toronto, il y en a eu 1,650 troublées, c'est-à-dire où il y a eu des perturbations; ce qui établit le rapport de 1 à 13,6 entre les unes et les autres. A Hobart-Town, sur 21,436 observations horaires, il y en a eu 1,479 troublées, ce qui donne le rapport de 1 à 14,5. Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'à ces deux stations, situées dans des hémisphères différents et presque dans des points opposés du globe, le nombre total des observations troublées se répartit entre chaque année de la même manière, de telle façon qu'en prenant pour unité ce nombre en 1845, on trouve qu'il est:

	A Toronto.	A Hobart-Town.
En 1844	1,08	1,12
1843	0,84	0,83

A cet accord se joint le fait que les observations troublées ont eu lieu dans les trois années, pour la plupart, aux mêmes jours dans les deux stations. M. Sabine conclut, de même que M. Lamont et que M. Bravais, de tout le travail auquel il s'est livré sur ce sujet, que le phénomène de la variation diurne doit être considéré nécessairement comme consistant en deux variations périodiques.

diques superposées l'une à l'autre, ayant des lois extrêmement dissemblables et probablement des causes immédiates différentes, que de plus ces deux éléments constituants de la variation présentent des rapports très-différents l'un vis-à-vis de l'autre dans les diverses parties du globe, et que c'est seulement dans les régions plus rapprochées des pôles que se fait sentir l'influence sur la variation diurne, de celui des éléments auquel sont dues les perturbations.

Un point fort intéressant, qui a encore occupé M. Sabine, c'est la détermination comparative pour chacune des quatre stations, Toronto, Hobart-Town, le Cap de Bonne-Espérance et Sainte-Hélène, de l'amplitude de la variation mensuelle moyenne de la déclinaison, pour chacune des 24 heures d'un jour entier. Cette détermination résulte de cinq années d'observations à Toronto, et au Cap, et de trois à Hobart-Town et à Sainte-Hélène. Un tableau graphique indique, au moyen de lignes verticales plus ou moins longues, l'amplitude de la variation mensuelle pour chacune des 24 heures, et de petites marques désignent sur chacune de ces lignes la grandeur moyenne de la variation pour chaque mois. La déclinaison moyenne de toute l'année, c'est-à-dire de tous les mois et de toutes les heures, est marquée au moyen d'une ligne horizontale qui coupe toutes les lignes dans des points très-différents, car il y en a même parmi ces lignes qui sont les unes tout à fait au-dessus, les autres tout à fait au-dessous de l'horizontale. Une ligne ponctuée passe par le milieu de toutes les lignes verticales; c'est une ligne brisée qui montre la variation moyenne annuelle de la déclinaison à chacune des 24 heures du jour. Si l'on compare la déclinaison moyenne d'un certain mois à une certaine heure dans une certaine année, avec celle du même mois à la même heure dans une autre année, on trouve ces deux valeurs uniformes; ce qui montre que la déclinaison moyenne qu'on obtient en divisant la somme de toutes les déclinaisons par leur nombre a la même valeur, quelle que soit l'année que l'on considère. Il faut remarquer seulement que la déclinaison absolue change d'une année à l'autre à cause de la variation séculaire qu'on peut ainsi facilement déterminer, et qu'on

trouve comparativement faible à ces stations, sauf pour Sainte-Hélène où elle est considérable, puisqu'elle éprouve un accroissement annuel d'environ 8 minutes à l'ouest.

L'examen des tableaux graphiques, dressés comme nous venons de l'indiquer, montre d'une manière frappante la similitude à peu près complète qui existe entre les variations des quatre stations, quant à ce qui concerne leur amplitude aux mêmes heures. Elles croissent en général plus rapidement dans la première et dans la seconde heure qui suit le lever du soleil, et elles ne dépassent à aucune heure l'amplitude qu'elles acquièrent de 7 à 9 heures du matin, du moins à Hobart-Town, au Cap et à Sainte-Hélène; à Toronto, la plus grande amplitude de la variation a lieu de 6 à 8 heures du matin. En général dans toutes les stations les variations sont bien plus considérables pendant les heures du jour que pendant celles de la nuit.

Ce n'est pas seulement, comme on le comprend, sur les variations diurnes de déclinaison que se fait sentir l'influence de la position du lieu d'observation. Cette influence n'est pas moindre sur la variation des autres éléments magnétiques. C'est encore dans le recueil si précieux du colonel Sabine qu'on peut trouver les nombreux résultats qui nous permettent d'établir sous ces divers rapports une comparaison entre les différentes stations<sup>1</sup>.

Nous ne terminerons pas ce paragraphe sans insister sur un fait intéressant qui ressort de la comparaison des observations magnétiques de Toronto et d'Hobart-Town. Ces deux stations ont ceci de très-important que leurs mouvements magnétiques sont en général inverses, ce qui résulte de leur position presque symétrique dans les deux hémisphères. Le tableau suivant dans lequel se trouve consignée la valeur de la variation diurne de chaque mois pour chacune des deux stations, fait bien ressortir cette opposition.

<sup>1</sup> Nous avons consigné dans une note finale C, les résultats numériques les plus importants relatifs aux éléments magnétiques des principales stations où se font actuellement les observations.

	HOBART-TOWN (lat. 42° 51' S.).	TORONTO (lat. 43° 39' N.).
Janvier	11'66	6'31
Février	11'80	6'40
Mars	9'50	8'50
Avril	7'26	9'52
Mai	4'56	10'34
Juin	3'70 Hiver.	11'99
Juillet	4'61	12'70 Été
Août	5'89	12'68
Septembre	8'24	9'72
Octobre	11'01	7'52
Novembre	12'05 Été.	5'75
Décembre	11'81	4'47 Hiver.

Mais l'opposition n'existe plus si, au lieu de la variation de la déclinaison, il s'agit de la variation de l'intensité. Ainsi à Toronto, pendant que le soleil est dans l'hémisphère austral, l'inclinaison est de 0,88 au-dessus, et l'intensité horizontale de 0,0015 au-dessous de leur moyenne respective; tandis que, quand le soleil est dans l'hémisphère boréal, c'est 0,9 au-dessous, et 0,0011 au-dessus. La somme des différences d'inclinaison correspond à 0,007 de variation dans la composante horizontale de l'intensité, ce qui amène à conclure que l'intensité totale a son maximum en hiver et son minimum en été. A Hobart-Town, l'inclinaison est de 0,89 au-dessous de la moyenne quand le soleil est dans l'hémisphère boréal, et de 0,85 au-dessus quand il est dans l'austral; la composante horizontale de l'intensité est également plus grande que la moyenne à Hobart-Town, du mois d'octobre au mois de février; de sorte qu'on doit en conclure que l'intensité totale y est plus considérable à cette époque de l'année. Ainsi c'est à la même époque, savoir dans l'intervalle compris entre octobre et février, qui est l'hiver pour Toronto et l'été pour Hobart-Town, et non à des époques opposées, que l'inclinaison et l'intensité totale sont à leur maximum, tandis qu'elles sont à leur minimum dans l'intervalle compris entre avril et août, qui est l'été pour Toronto et l'hiver pour Hobart-Town. Il se trouve donc que la partie de l'année où la force magnétique est la plus grande et l'aiguille d'incli-

naison la plus rapprochée de la verticale, dans les deux hémisphères également, correspond à l'époque où la terre est la moins éloignée du soleil et où elle se meut le plus rapidement dans son orbite. Ce résultat indique l'existence d'une influence générale sur tout le globe, ayant une période annuelle, et semble désigner le mouvement de la terre dans son orbite comme pouvant aboutir à une explication de ce changement périodique. Toutefois, en ce qui concerne les variations diurnes de déclinaison, Toronto et Hobart-Town suivent la loi générale. L'amplitude de ces variations est, pour chacune des stations, de 12' environ dans les mois d'été (d'août à octobre pour Toronto, et d'octobre à mars pour Hobart-Town), et de 4 à 6' dans leur hiver respectif, ainsi que cela résulte du tableau ci-dessus.

Il paraît aussi que la position de la lune par rapport à la terre n'est pas sans influence sur les mouvements de l'aiguille aimantée. M. Plantamour, dans un travail très-complet sur les variations des divers éléments magnétiques à Genève pendant les années 1842 et 1843, avait déjà signalé cette influence. Après avoir montré, par la comparaison des variations qui ont lieu dans un même jour d'une heure de la journée à l'autre, que la déclinaison croît de 8 heures du matin, où elle est la plus faible, jusqu'à 1 heure après midi, époque du maximum, et qu'il y a le soir un second minimum et un second maximum, M. Plantamour, passant à l'examen des variations qui ont lieu à la même heure de la journée d'un jour à l'autre, avait trouvé que la déclinaison à la même heure va en augmentant pendant quelques jours, puis en diminuant jusqu'à ce qu'elle arrive à un second minimum. Le temps compris entre un maximum et le minimum suivant est d'un peu moins de 14 jours, et il est le même que l'intervalle compris entre un minimum et le maximum suivant. La différence moyenne entre un maximum et un minimum est de 3'75. Il semble naturel de chercher la cause de ces variations dans le mouvement de la lune, qui offre des périodes analogues.

M. Kreil et M. Sabine ont tous les deux également cru remarquer l'influence lunaire sur le mouvement de l'aiguille, mais sous une autre forme. Pour se rendre compte de cet effet, ils

ont disposé les vingt-quatre observations faites dans un jour solaire de façon que chacune d'elles fût placée dans un tableau dans l'heure lunaire dont elle se rapproche le plus<sup>1</sup>. De cette manière, la moyenne des observations faites à chaque heure lunaire indiquera la direction relative de l'aiguille à chacune des 24 heures lunaires, c'est-à-dire à 0 heure quand la lune est au méridien supérieur, à 12 heures quand elle est au méridien inférieur, à 6 heures et à 18 heures quand elle est à 90° du méridien, et aux heures intermédiaires quand elle correspond à un angle horaire intermédiaire. Maintenant, quand cela est fait et qu'on a groupé ensemble un certain nombre de lunaisons de manière à contre-balancer et à diminuer par conséquent l'influence des autres causes perturbatrices, on trouve que la direction de l'aiguille subit un changement régulier et périodique dans l'espace d'un jour lunaire; il y a deux époques de maximum de déviation vers l'est et deux de maximum de déviation vers l'ouest, entre deux passages consécutifs de la lune au méridien supérieur de la station; le changement de position est continu de l'une des déviations extrêmes à l'autre. En raison de la différence qui existe entre les temps solaires et les temps lunaires, les observations groupées sous une certaine heure lunaire finissent par comprendre toutes les heures solaires successives; et par conséquent, quand on prend la moyenne d'un grand nombre d'observations, toute variation provenant de l'action du soleil doit se trouver compensée.

Si l'on compare sous le rapport de l'action lunaire les trois stations de Toronto, d'Hobart-Town et de Sainte-Hélène (le travail n'a pas encore été fait pour le Cap), on remarque qu'à Hobart-Town et à Sainte-Hélène, situées toutes les deux dans l'hémisphère sud, les déclinaisons occidentales sont les plus

<sup>1</sup> On sait que les heures comptées en temps lunaire diffèrent de celles comptées en temps solaire, en ce qu'il s'écoule en moyenne 24 heures 40' de temps solaire entre deux passages consécutifs de la lune au méridien. L'heure lunaire est donc un peu plus grande que l'heure solaire, et les observations faites à des intervalles réguliers de temps solaire, ne correspondent pas exactement à des intervalles réguliers d'heures lunaires.

considérables<sup>1</sup>, tandis qu'à Toronto, dans l'hémisphère nord, ce sont les orientales. Il y a un autre trait de différence bien marqué entre Toronto et Hobart-Town, quant à l'heure lunaire à laquelle se produisent les déclinaisons extrêmes orientales et occidentales; à Toronto, les orientales ont lieu presque exactement au moment du passage de la lune au méridien supérieur et inférieur, et les occidentales après la 6<sup>e</sup> et la 18<sup>e</sup> heure lunaire. A Hobart-Town, les déclinaisons occidentales ont lieu environ deux heures après le passage de la lune, et les orientales deux heures avant la 6<sup>e</sup> et la 18<sup>e</sup> heure lunaire. Ces différences peuvent sans doute donner quelques notions sur la puissance magnétique de la lune, mais avant de pouvoir en tirer des conséquences sous ce rapport, il serait nécessaire de connaître les effets correspondants produits sur les autres éléments magnétiques, l'inclinaison et l'intensité; or, on ne les a pas encore déterminés.

M. Sabine remarque que dans la variation magnétique occasionnée par la lune, on ne trouve aucune trace de la période décennale découverte par Lamont, dans toutes les variations qui dépendent du soleil, et qui paraît être confirmée par l'ensemble des observations.

Il résulte de l'analyse que nous venons de faire des observations relatives au magnétisme terrestre, observations dont nous n'avons pu donner qu'une idée abrégée malgré l'étendue que nous leur avons consacrée, qu'au milieu d'une si grande diversité dans la valeur des nombreux éléments magnétiques que nous avons étudiés, on peut cependant découvrir quelques lois générales auxquelles ces éléments sont soumis. Le principe fondamental c'est que les éléments magnétiques sont à la fois dépendants du temps, c'est-à-dire de l'époque de l'observation, et de l'espace, c'est-à-dire du lieu de l'observation. Nous avons vu que dans un même lieu la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité éprouvent des changements soit réguliers et périodiques, soit irréguliers. Les premiers sont à la fois *séculaires*

<sup>1</sup> C'est toujours du mouvement du pôle nord de l'aiguille qu'il s'agit, aussi bien dans l'hémisphère austral que dans le boréal.

suivant une période dont les termes ne sont pas encore connus faute d'observations assez prolongées, *annuels*, ce sont les moins prononcés, et enfin *diurnes*, ce sont les plus complexes, car ils varient dans leur grandeur avec les différents mois de l'année et même avec les années, étant sous ce rapport soumis à une période décennale. Quant aux changements irréguliers, ils paraissent obéir eux-mêmes à certaines lois, soit quant aux époques, soit quant aux lieux de leur apparition; car, chose assez remarquable, ils se montrent d'une manière presque toujours simultanée dans les lieux du globe les plus distants les uns des autres, constituant ce que M. de Humboldt appelle des *orages magnétiques*.

L'influence du lieu d'observation sur les éléments magnétiques est également considérable; mais elle ne peut être évaluée exactement qu'autant qu'on tient compte du temps, puisque sans cela aucune comparaison ne serait possible sous ce rapport entre les divers points du globe. Voici en quoi peut se résumer cette influence du lieu :

1° La déclinaison ne paraît pouvoir être rattachée ni de près, ni de loin, à la position géographique; les lieux où la déclinaison est nulle, c'est-à-dire dans lesquels la direction de l'aiguille aimantée coïncide avec le plan du méridien terrestre paraissent déterminer par leur situation sur le globe trois lignes différentes dont deux surtout bien marquées, qui ont la forme générale de méridiens, mais ne sont nullement ni régulières, ni stables. L'une de ces lignes passait à Paris en 1663; elle a eu dès lors un mouvement vers l'ouest, qui paraît s'être arrêté, et elle passe maintenant par Philadelphie. Quant aux lignes qui passent par les points qui, sans avoir une déclinaison nulle, ont la même déclinaison, et qu'on a nommées méridiens magnétiques, elles sont très-irrégulières également et ne forment point des grands cercles de la sphère.

2° L'inclinaison et l'intensité paraissent marcher en général ensemble. Ces deux éléments ont leur moindre valeur dans les régions équatoriales; toutefois, la notion d'un équateur magnétique, c'est-à-dire d'une ligne passant sur la sphère terrestre par tous les points à la fois où l'inclinaison serait nulle et

l'intensité aurait sa moindre valeur, ne paraît pas pouvoir être admise, sinon très-approximativement. Mais à partir des régions équatoriales, on voit, à mesure qu'on s'avance vers les régions polaires, dans l'un comme dans l'autre hémisphère, l'intensité aussi bien que l'inclinaison, augmenter d'une manière sensible et assez régulière, quoique cependant elles soient loin d'être les mêmes dans des lieux situés sur les mêmes parallèles. Malgré cette uniformité approximative de la marche de l'inclinaison et de l'intensité, ce n'est pas aux points où l'inclinaison est à son maximum, c'est-à-dire à  $90^\circ$ , que se trouve le maximum d'intensité.

3° Les variations ne sont pas les mêmes sur tous les points du globe, quoiqu'elles obéissent en général aux mêmes lois. Ainsi les variations de déclinaison sont de signes contraires dans les deux hémisphères; il n'existe point de lieux où elles soient nulles; seulement dans des points situés entre les tropiques et même dans quelques-uns situés en dehors (tels que le Cap de Bonne-Espérance), le sens de la variation est pendant une moitié de l'année environ, inverse de ce qu'il est pendant l'autre moitié. Quant à l'amplitude des variations des divers éléments magnétiques, elle augmente en général avec l'intensité absolue du magnétisme lui-même, étant plus considérable, à mesure qu'en partant de l'équateur on se rapproche des régions polaires.

### § 3. Hypothèses sur les causes des phénomènes du magnétisme terrestre.

L'examen détaillé que nous avons fait dans le paragraphe précédent des résultats divers et nombreux qu'ont déjà fournis les observations magnétiques si multipliées sur la surface du globe, nous permet maintenant de chercher les causes auxquelles on peut les attribuer.

Un point bien établi, et qui l'avait déjà été par Gilbert, c'est que les forces qui agissent sur l'aiguille aimantée émanent directement du globe terrestre; la simple analyse de ces forces et de leurs effets le démontre; la variation de l'inclinaison