

de confiance faites par d'autres. A partir de Halley les savants continuèrent à s'occuper des questions relatives au magnétisme terrestre, mais c'est surtout depuis quarante ans environ que cette étude a pris un développement tout particulier. Déjà les travaux importants de M. de Humboldt avaient, comme nous le verrons, fourni des données précieuses sur le sujet, quand M. Hansteen publia à Christiania, en 1819, son grand ouvrage intitulé *Magnétisme de la terre*, où, réunissant sous un seul coup d'œil toutes les observations antérieures, il traça les cartes de la déclinaison pour les années 1600, 1700, 1710, 1720, 1730, 1744, 1756, 1787 et 1800, et celles de l'inclinaison pour les années 1600, 1700 et 1780. M. Hansteen a continué dès lors, et continue encore à apporter sans interruption un contingent important de travaux à cette partie si intéressante de la physique terrestre. Les recherches relatives à l'intensité ont commencé seulement à la fin du dernier siècle par les observations de M. de Rossel, dans le voyage d'Encastreaux, puis, plus tard, par les travaux plus nombreux et plus précis de M. de Humboldt; un grand nombre de physiciens se sont dès lors occupés à déterminer la valeur en divers lieux de cet élément du magnétisme terrestre; mais la première carte générale des lignes d'égale force magnétique sur le globe a été publiée, en 1837, par le colonel Sabine qui s'est livré avec une ardeur et une activité non interrompues depuis près de quarante ans à l'étude du magnétisme terrestre; étude dans laquelle il débuta par quatre expéditions scientifiques successives de 1818 à 1822. Parmi les autres voyages fructueux pour l'avancement de cette partie de la science, notons aussi en première ligne celui du capitaine Duperrey sur la *Coquille*, de 1822 à 1825, entrepris dans le but de tracer tout autour de la partie océanique du globe les lignes de déclinaison nulle; l'expédition faite par MM. Hansteen, Ermann et Due, de 1827 à 1829, dans la Sibérie orientale, pour déterminer à cette époque la position du pôle magnétique le plus faible dans l'hémisphère nord; l'expédition de 1840 à 1845 du capitaine J. Ross, et, plus tard, celles des capitaines Moore et Clark en vue de connaître les positions des pôles sud de la force magnétique, et plus généralement de recueillir les maté-

riaux nécessaires au tracé des cartes magnétiques dans l'hémisphère sud; le voyage et le séjour de MM. Bravais et Lottin dans les régions polaires, et en particulier leurs observations magnétiques à Bossekop (Finmarle); la triangulation magnétique des possessions britanniques dans l'Amérique du Nord, faite par le lieutenant-colonel Lefroy, de 1843 à 1844; et enfin celle de l'archipel indien, entreprise par le capitaine Elliot, de 1846 à 1850, aux frais de la compagnie des Indes, et qui avait pour objet d'obtenir une carte magnétique exacte des trois éléments, dans cette région du globe où ils n'avaient jamais été étudiés. A ces diverses expéditions, il faudrait, pour être complet, ajouter encore les observations magnétiques faites depuis quelques années, par de nombreux voyageurs et navigateurs, et dont plusieurs nous serviront également.

A côté des voyages et des expéditions nous ne devons pas oublier, comme ayant rendu un grand service à la science, l'établissement de nombreux observatoires magnétiques sur différents points du globe, et dont la multiplication fut essentiellement provoquée par la lettre, d'avril 1836, de M. de Humboldt au duc de Sussex, président alors de la Société Royale de Londres. M. de Humboldt insistait dans sa lettre sur l'utilité d'augmenter le nombre des stations permanentes, afin d'avoir le plus grand nombre d'observations correspondantes; avantage très-grand surtout en ce qui concerne les variations dont on peut ainsi étudier la simultanéité. Plusieurs observatoires magnétiques furent institués alors en addition de ceux qui existaient déjà et dont le plus remarquable était l'Observatoire de Goettingue dirigé par Gauss et Weber. Parmi ceux institués récemment, nous en citerons principalement quatre qui ont été choisis de manière à se trouver dans des circonstances très-différentes d'intensité magnétique, et dans une position opposée par rapport aux pôles et aux équateurs magnétique et géographique. Le premier de ces observatoires a été construit à Toronto (Canada), et le second à Hobart-Town (terre de Van-Diemen). Ces deux stations ont été choisies parce qu'elles sont situées à peu près aux antipodes l'une de l'autre, et qu'elles sont assez rapprochées des points où la force magnétique possède son maxi-

imum d'intensité. Le troisième observatoire a été établi au Cap de Bonne-Espérance, point important à cause de sa situation à l'extrémité méridionale de l'Afrique, et parce que les éléments magnétiques y subissent de grandes variations. Enfin le quatrième observatoire a été placé à Sainte-Hélène, entre les deux tropiques, à une petite distance de l'équateur, et dans un lieu où l'intensité magnétique est faible. C'est sous la direction du colonel Sabine, que se poursuivent dans ces observatoires de nombreuses observations.

Au moyen de toutes ces ressources jointes à la perfection des instruments employés et que nous avons décrits dans notre paragraphe premier, on est parvenu à déterminer la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité magnétiques d'un très-grand nombre de points de la surface de la terre, et à tracer sur la sphère terrestre des lignes d'égale déclinaison ou *isogoniques*, d'égale inclinaison ou *isocliniques*, et d'égale intensité ou *isodynamiques*. Ce n'est pas seulement la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité qu'on a réussi à observer, mais aussi les variations continues que ces éléments éprouvent dans un même lieu, soit d'une année à l'autre, soit dans les divers mois d'une même année, soit dans les différentes heures d'un même jour.

Il importe en effet, quand on compare les observations faites en un lieu avec celles faites dans un autre, pour la détermination des éléments absolus, de connaître à quelles époques elles ont été faites, puisque dans un même lieu les trois éléments magnétiques ne demeurent point constants. Ainsi la déclinaison, qui est l'élément observé le plus anciennement, était à Paris, en 1580, époque la plus reculée à laquelle elle ait été déterminée, de $11^{\circ} 30'$ à l'est; en 1653, l'aiguille se trouvait dans le méridien terrestre; la déclinaison est devenue dès lors occidentale, et elle a atteint son maximum ($22^{\circ} 34'$) en 1814, époque à partir de laquelle elle diminue chaque année. Il paraît, d'après d'anciennes observations, qu'en Belgique l'aiguille aimantée déviait, à l'est du méridien, de 15° environ en 1568, et que vers 1600 elle déviait encore de 9° . A Londres, et ce qui est assez curieux, au Cap de Bonne-Espérance, par conséquent dans l'autre hémisphère, la déclinaison a suivi une

marche semblable, c'est-à-dire que, d'abord à l'est, elle s'est portée ensuite à l'ouest; seulement, au Cap, elle aurait passé plus tôt à l'ouest, et aurait également atteint plus tôt son maximum à l'ouest, tandis qu'à Londres et à Paris les deux maxima, à l'ouest, ont eu lieu sensiblement à la même époque. A Londres, la déclinaison, qui, en 1576, était de $11^{\circ} 15'$ à l'est, était, en 1652-1667, de 0° , et de $24^{\circ} 20'$ en 1813 et 1814 (maximum). Au Cap, elle était de $0^{\circ} 30'$ à l'est, en 1605; de $25^{\circ} 40'$ à l'ouest, en 1791 (maximum); de $25^{\circ} 4'$ à l'ouest, en 1804. Nous verrons plus loin la loi que paraît suivre la diminution actuelle de la déclinaison, qui est environ de $6'$ par année.

L'inclinaison de l'aiguille aimantée n'est point non plus constante dans le même lieu; mais elle éprouve, depuis près de deux siècles qu'on l'observe, une diminution régulière; ainsi, après avoir été, à Paris, de 75° en 1671, elle n'était plus que de $70^{\circ} 52'$ en 1791, et de $66^{\circ} 25'$ en 1851. L'inclinaison a diminué de même à Bruxelles régulièrement depuis 1827, où elle était de $68^{\circ} 56' 5''$, jusqu'à 1854, époque à laquelle elle n'était plus que de $67^{\circ} 45'$. M. Hansteen croit que l'inclinaison atteindra un minimum à partir duquel elle cessera de diminuer pour recommencer à augmenter. Cet état minimum se trouve déjà atteint en Russie; il doit se présenter prochainement à Stockholm et à Christiania, puis plus tard à Copenhague, et dans les villes plus méridionales. M. Kupffer a trouvé une confirmation des idées de M. Hansteen dans les observations faites récemment en Sibérie et à Kasan, et surtout à Pékin où l'inclinaison augmente depuis longtemps. D'après les calculs de M. Quetelet, faits sur de nombreuses observations, la diminution annuelle de l'inclinaison est de $3' 87$ à Milan, de $3' 8$ à Pétersbourg, de $3' 7$ à Paris et à Berlin, de $3' 56$ à Christiania, de $3' 5$ à Turin, de $3' 4$ à Bruxelles, etc.

Quant à l'intensité, elle paraît bien aussi éprouver des variations; ainsi M. Arago a trouvé qu'elle allait en augmentant d'une année à une autre; mais cette augmentation, si elle existe, est très-faible, car M. Quetelet n'a pas aperçu que cet élément ait éprouvé d'altération bien sensible depuis un quart de siècle qu'il l'observe.

Les variations *séculaires* dont nous venons de parler sont tout à fait différentes des variations *annuelles* et des variations *diurnes*, sur lesquelles nous reviendrons quand nous aurons, en tenant compte des variations séculaires, jeté un coup d'œil sur l'état magnétique actuel, sous le rapport absolu, des différents points de notre globe.

Chaque lieu de la terre est donc caractérisé, au point de vue magnétique, par trois éléments : la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité. Nous pourrions nous contenter de donner une table qui renfermerait la valeur de ces trois éléments, pour tous les points du globe où ils ont été déterminés, en choisissant les déterminations faites, autant que possible, à la même époque. Mais ce procédé ne nous donnerait point une idée de l'ensemble de la distribution des forces magnétiques sur la surface de la terre; aussi préférons-nous suivre successivement, essentiellement avec M. Hansteen et avec M. Duperrey, qui ont employé des méthodes un peu différentes, la marche du magnétisme d'un point à un autre.

Admettant que, si l'aiguille aimantée prenait en tous les points de la terre la direction nord-sud, nous n'hésiterions pas à dire que la terre possède des pôles magnétiques qui coïncident avec les pôles géographiques, M. Hansteen est conduit à rechercher quelle doit être la position de ces pôles magnétiques pour rendre compte du fait constaté par des observations exactes que l'aiguille dévie du méridien, que cette déviation n'est pas la même partout, qu'elle est plus orientale en quelques lieux, plus occidentale dans d'autres, enfin qu'elle varie avec le temps dans un même lieu. La déclinaison est maintenant occidentale dans toute l'Europe; si donc, partant de Pétersbourg, où elle est de 8° à l'ouest, nous nous avançons de l'est à l'ouest, vers le Groënland, nous la voyons s'accroître, étant de $15^{\circ}\frac{1}{2}$ à Stockholm, de 20° à Christiana, de 24° à Londres, d'environ 40° sur la côte nord de l'Islande, et d'environ 51° dans la colonie de Godthaab, au Groënland. De la côte ouest du Groënland à la baie d'Hudson, elle décroît par degrés; puis, si l'on avance sur le continent, elle disparaît entièrement, devient orientale, et s'accroît rapidement vers la côte ouest

d'Amérique. En prolongeant les lignes qui indiquent les directions de l'aiguille aimantée, on voit qu'elles se rencontrent en un même point éloigné du pôle de la terre de 20° , et environ à 259° à l'est de Greenwich; ce qui donne, pour ce point, une latitude nord de 70° et une longitude ouest de 101° . Mais, d'un autre côté, si l'on suit, dans le nord, la côte de Norwége, on voit la déclinaison décroître, et enfin disparaître entièrement dans la mer Blanche; et, si l'on trace les prolongements des directions de l'aiguille en ces divers points, les lignes ne vont plus passer par le point déterminé plus haut; il en est de même des prolongements des directions de l'aiguille dans les parties septentrionales du détroit de Béring et dans la partie nord-est de la Sibérie. On est ainsi conduit à supposer quelque part, dans la mer de Sibérie, un second pôle magnétique, qui attire le pôle nord de l'aiguille vers l'est, entre le Spitzberg et la Norwége, vers l'ouest dans la Sibérie orientale et dans le détroit de Béring.

Il résulte de diverses observations recueillies par M. Hansteen que la déclinaison occidentale disparaissait entièrement en 1805 avant d'arriver à Kasan; de Kasan à Tobolsk la déclinaison orientale s'accroissait et elle décroissait de nouveau vers Irkutsh où elle n'était plus que d'un demi degré; plus à l'est elle doit entièrement disparaître, car à Jakutskoi, Billings¹ trouva en 1788 une déclinaison occidentale de 2° ; enfin à l'est de Jakutskoi cette déclinaison occidentale disparaît encore et redevient orientale dans le Kamtschatka et dans toute la partie nord-ouest de l'Amérique. Il y a donc quatre points autour du pôle boréal où la déclinaison est nulle; le premier sur la côte ouest de la baie d'Hudson, le second sur la ligne qui joint Kasan à la mer Blanche, le troisième un peu à l'est d'Irkutsk, et le quatrième un peu à l'est de Jakutskoi. Entre le premier et le second, c'est-à-dire dans la partie nord-est de l'Amérique, sur l'Océan Atlantique et dans toute l'Europe, la déclinaison est occidentale; entre le second et le troisième, c'est-à-dire dans la plus grande partie de la Sibérie, elle est orientale; entre le troi-

¹ Il y a quelque doute sur l'exactitude de cette observation, dont M. Hansteen a tiré des conséquences importantes.

sième et le quatrième, c'est-à-dire dans la Sibérie orientale, elle est occidentale; entre le quatrième et le premier, c'est-à-dire dans le Kamtschatka, dans la partie nord de l'océan Pacifique et dans la région nord-ouest de l'Amérique, elle redevient orientale.

La position attribuée par M. Hansteen à celui des pôles magnétiques qu'il admet exister dans l'Amérique septentrionale, s'accorde avec les observations faites par les capitaines Ross et Parry, car le capitaine Parry trouva le 22 août 1819 la déclinaison de 129° ouest sous une latitude de $70^{\circ}, 40' N.$ et une longitude de Greenwich de $91^{\circ}, 47' O.$; et le 28 août il la trouva de 166° Est sous une latitude de $75^{\circ}, 9' N.$ et une longitude de $103^{\circ}, 45' O.$; d'où il résulte que entre le 22 et le 28 août la déclinaison avait dû s'élever quelque part à 180° avant de devenir d'occidentale orientale, et que les observateurs avaient dû passer à quelques degrés au nord du principal pôle magnétique, ce qui assigne à ce pôle une position tout à fait semblable à celle que M. Hansteen lui attribue.

Les observations d'inclinaison de l'aiguille confirment ce résultat, car il est évident que l'aiguille d'inclinaison doit prendre une position verticale au-dessus du pôle, si le pôle est le point de convergence des forces qui dirigent l'aiguille. Or, dans le voyage scientifique qu'il a exécuté de 1829 à 1833, le capitaine Ross a trouvé que l'inclinaison était de 90° à un point dont la distance au pôle était de $49^{\circ}, 55'$ et la longitude de $96^{\circ}, 45', 18'' O.$ de Greenwich. Il résulterait seulement de la différence de longitude que le pôle magnétique aurait un mouvement de l'ouest à l'est, ce que du reste M. Hansteen avait déjà conclu des précédentes observations, soit pour ce pôle, soit pour le second pôle situé en Sibérie.

M. Hansteen a réussi au moyen des observations magnétiques faites dans l'hémisphère austral à y reconnaître aussi l'existence de deux pôles magnétiques, ayant un mouvement vers l'ouest au lieu de l'avoir vers l'est; l'un de ces pôles est situé au sud de la Nouvelle-Hollande et l'autre au sud de la Terre de Feu. En désignant par A le pôle magnétique de l'hémisphère austral situé au sud de la Nouvelle-Hollande, par a celui

du même hémisphère situé au sud de la Terre de Feu, par B le pôle magnétique de l'hémisphère boréal situé dans la partie nord-ouest de l'Amérique septentrionale, par b celui qui est dans la partie nord-est de la Sibérie, on trouve un rapprochement assez curieux, savoir que A et B sont à peu près diamétralement opposés l'un à l'autre, car chacun d'eux est éloigné du pôle d'environ 20° , et A est dans le méridien de $136^{\circ} E.$, B dans celui de $260^{\circ} E.$ de Greenwich, ce qui constitue entre eux une différence de 124° en longitude. Les points a et b ont aussi une situation relative semblable, quoique cependant présentant une analogie moins grande; la distance du premier au pôle austral est de 13° , celle du second au pôle boréal d'un peu plus de 40° ; la longitude du premier est de $237^{\circ} E.$ et celle du second de 116° , ce qui établit une différence de longitude entre eux de 121° .

Suivant M. Hansteen, la terre aurait deux axes magnétiques dont les extrémités formeraient les quatre pôles que nous venons de reconnaître; deux situés dans l'hémisphère boréal, se mouvant de l'ouest à l'est, et deux situés dans la région australe, se mouvant de l'est à l'ouest; mais il existerait une grande différence dans la promptitude de leur déplacement¹. Au moyen de ces mouvements des pôles magnétiques, on expliquerait les variations de la déclinaison et de l'inclinaison, lesquelles proviendraient du rapprochement ou de l'éloignement des pôles dans chaque hémisphère, et par conséquent du changement pour un même lieu dans la prédominance de l'un sur l'autre. Ainsi, par exemple, la déclinaison devient occidentale dans notre hémisphère quand le pôle magnétique B de l'Amérique se rapproche de l'Europe en même temps que le pôle b de Sibérie s'en éloigne; auparavant elle était orientale, ce dernier pôle étant plus près de l'Europe. Ainsi l'inclinaison diminue en Europe par l'effet du déplacement à l'est du pôle de la Sibérie, tandis qu'elle augmente dans la Sibérie orientale et dans le Kamtschatka.

¹ M. Hansteen assigne à ces révolutions des pôles les durées suivantes: au pôle A, 4609 ans; au pôle a, 1204; au pôle B, 1740; au pôle b, 860.

Les variations de la déclinaison et de l'inclinaison dans l'hémisphère austral sont également justifiées par les mouvements attribués aux pôles magnétiques. Ainsi, au Cap de Bonne-Espérance et dans les baies qui l'avoisinent, la déclinaison était orientale au temps de Vasco de Gama¹; ensuite elle est devenue occidentale et s'est élevée jusqu'à plus de 25°, ce qui tient à ce que le pôle américain *a* s'est éloigné, tandis que celui de la Nouvelle-Hollande *A* s'est rapproché. C'est aussi au mouvement vers l'ouest du pôle *a* qu'est due l'augmentation de l'inclinaison australe dans toute l'Amérique méridionale.

Après avoir établi par les phénomènes de déclinaison et d'inclinaison l'existence de quatre pôles magnétiques, ou plutôt de quatre centres de convergence des forces magnétiques du globe, M. Hansteen a cherché à montrer que les phénomènes d'intensité conduisent à la même conséquence. Déjà Humboldt, en 1799, avait trouvé que l'intensité magnétique était à son minimum à un point situé à 7° environ au sud de l'équateur au Pérou, et il avait pris pour unité cette intensité minimum; en 1805, Humboldt, par de nouvelles observations faites en Europe, conjointement avec Gay-Lussac, établit la loi que l'intensité magnétique allait en augmentant de l'équateur aux pôles. A ces documents et à d'autres encore, il faut joindre surtout les observations du colonel Sabine sur l'Atlantique, à partir de 12° latitude sud jusqu'à la côte la plus septentrionale du Spitzberg. Au moyen de toutes ces observations et des siennes propres qu'il a faites dans un voyage en Sibérie, M. Hansteen est parvenu à tracer des lignes *isodynamiques*, dont l'inspection montre que sur un même parallèle l'intensité est beaucoup plus grande en Amérique qu'en Europe, que les lignes isodynamiques sont en Amérique presque parallèles à l'équateur, tandis que sur l'Atlantique elles remontent au Nord, puis se rapprochent en Europe du parallèle

¹ Nous appelons dans l'hémisphère austral, comme dans l'hémisphère boréal, déclinaison orientale celle en vertu de laquelle le pôle nord de l'aiguille se dévie à l'est, et le pôle sud par conséquent à l'ouest; en un mot, c'est le pôle nord, ou le pôle *marqué*, comme l'appellent les Anglais, qui est celui dont nous considérons toujours et dans tous les cas, les mouvements.

lisme à l'équateur. L'étude de ces lignes confirme l'existence des deux centres ou pôles magnétiques, avec cette différence seulement que le centre magnétique de la région ouest de l'Amérique septentrionale possède une intensité remarquablement plus considérable que celui de la région est de la Sibérie. Le petit nombre d'observations d'intensité dans l'hémisphère austral, que M. Hansteen avait à sa disposition, a suffi cependant pour lui permettre de reconnaître aussi deux maxima d'intensité aux mêmes places où la déclinaison et l'inclinaison avaient fait présumer l'existence de deux pôles magnétiques.

Il est évident que sur chaque méridien, il doit y avoir un point auquel l'intensité est à son minimum, point qui, en général, ne doit pas être loin de l'équateur, puisque l'intensité augmente également à mesure qu'on s'approche du Nord et à mesure qu'on s'approche du Sud; mais la place du minimum n'est point la même sur chaque méridien, et parmi les minima il y en a de plus petits les uns que les autres. Ainsi, sous le 300° méridien, l'intensité décroît depuis 1,8, sa valeur près de New-York (40° lat. N.), jusqu'à 1,0, sa valeur à 7° latitude sud au Pérou; puis elle augmente au sud de ce point jusqu'à 1,6, sa valeur à la Terre de Feu. Sous le 40° méridien, l'intensité décroît depuis la valeur 1,55 sur la côte la plus septentrionale du Spitzberg jusqu'à 20 ou 30° de latitude sud où elle n'est plus que 0,8, valeur qui paraît être celle du plus petit des *minima*, tandis que le minimum qu'on trouve sous le 280° méridien près de l'équateur, qui est un peu supérieur à 1,0, serait le plus grand¹.

Ainsi l'intensité a dans chaque hémisphère un double *maximum*; l'inclinaison a également un double *maximum* et un

¹ M. Hansteen avait cru, en se fondant sur l'intensité 1,8, observée par M. Sabine à New-York, par 41° latitude nord, et sur celle 1,6 (non corrigée) observée par M. de Rossel à Van-Diémen par 43° de latitude sud, que l'intensité magnétique devait être généralement plus considérable dans l'hémisphère boréal que dans l'austral. M. Duperrey, à la suite de ses observations, a fait remonter plus près de l'équateur la ligne d'intensité 1,6, qui passait par la terre de Van-Diémen, et l'a remplacée par la ligne 1,8, ce qui ne permet plus d'admettre la différence d'intensité signalée par M. Hansteen. Nous verrons même que, s'il y a une différence, elle est en faveur de l'hémisphère austral.

double *minimum* sur chaque parallèle géographique, et ces points se trouvent sur les mêmes méridiens que les points analogues pour l'intensité. Ainsi, par exemple, sur le 60° parallèle de latitude nord, l'inclinaison est d'environ 82° dans la baie d'Hudson, et de 72° entre Stockholm et Abo, de 75° sur le méridien d'Irkutsch, puis de 70° au Kamtschatka. De même sur la 50° parallèle de latitude sud, l'inclinaison est supérieure à 60° sur le 280° méridien; elle est d'environ 51° sur le 340°, et d'environ 75° dans la Nouvelle-Hollande. La direction de l'aiguille horizontale concorde également, comme nous l'avons vu avec l'inclinaison, et par conséquent avec l'intensité, dans la désignation des quatre pôles magnétiques.

On conçoit que dans la manière dont il nous présente le phénomène du magnétisme terrestre, M. Hansteen ne puisse pas reconnaître un *équateur magnétique* dans la ligne qui passe par tous les points où l'inclinaison est nulle; elle n'aurait cette qualité qu'autant qu'il n'existerait qu'un axe magnétique; mais comme ses observations le conduisent à reconnaître que la terre en a deux, ces axes ont chacun leur plan équatorial, et ces deux plans se coupent suivant une ligne droite aux extrémités de laquelle l'aiguille d'inclinaison doit être horizontale; en tout autre point la ligne sans inclinaison doit se trouver entre les deux plans équatoriaux, plus près de celui qui appartient à l'axe le plus énergique. La ligne, sans inclinaison, n'appartient donc pas à un plan, mais à une surface à double courbure dont les inflexions doivent changer à mesure que la situation relative de ces axes se modifie¹.

Halley avait déjà, avant M. Hansteen, montré l'impossibilité de concilier les différences de déclinaison observées dans l'hé-

¹ M. Hansteen a tracé sur la carte d'intensité la ligne sur laquelle l'inclinaison est nulle, soit d'après les observations de 1775 à 1780, soit d'après les plus récentes de 1822 à 1830. Ces deux lignes ne s'accordent en aucune façon; elles se coupent en quatre points dont la position indique un mouvement d'ondulation qui se reproduit dans les autres courbes d'inclinaison et qui est une conséquence nécessaire du déplacement des pôles. L'idée de quelques physiiciens d'un simple mouvement de translation à l'ouest, d'un prétendu équateur magnétique unique, ne peut donc nullement expliquer les changements dans l'état magnétique du globe.

misphère austral avec deux pôles et la nécessité d'en admettre quatre pour donner une explication complète de tous les phénomènes de déclinaison observés sur tous les points du globe. Il avait même assigné la position de ces pôles qui a quelque analogie avec celle qui a été déterminée par M. Hansteen. Halley désignait par *pôles magnétiques* les points de la surface de la terre considérée comme un aimant, où la résultante des forces de toutes les parties du globe atteint un maximum¹.

Le colonel Sabine, auquel des travaux aussi nombreux que remarquables sur le magnétisme terrestre ont donné sur cette matière une autorité incontestée, admet aussi les quatre pôles comme conséquence des résultats de toutes les observations magnétiques faites sur les divers points de la surface du globe; mais il ne les définit pas comme Halley et comme M. Hansteen;

¹ Gauss, dans sa théorie du magnétisme terrestre, n'admet que deux pôles magnétiques; mais par ces mots pôles, il entend deux points où l'intensité magnétique, c'est-à-dire la composante horizontale de cette intensité, est nulle, et où il n'y a plus par conséquent que la composante verticale. Le premier est situé dans le nord de l'Amérique par 70° 35' de latitude nord, et 264° 21' de longitude est de Greenwich; ce serait le pôle B de Hansteen à peu près; le second au sud de la terre de Van-Diemen par 72° 35' de latitude sud, et 152° 30' de longitude ouest. Il y a en outre trois points où l'intensité magnétique totale est à son maximum relativement aux points voisins, dont deux sont situés dans l'hémisphère boréal et un dans l'austral. Le premier est à 16° au sud du pôle magnétique, par 54° 32' de latitude nord et 261° 27' de longitude est. Le second est situé à 71° 20' de latitude nord, et 119° 57' de longitude est en Sibérie, dans la région où Hansteen conjecturait qu'il y avait un second pôle. Le troisième est placé à 2° 26' au nord, et 7° 56' à l'est du pôle magnétique austral. L'intensité totale en ces trois points, en évaluant celle de Londres à 1,372, est respectivement de 1,7634 de 1,6918 et de 2,2605; tandis qu'aux deux pôles magnétiques nord et sud, elle est de 1,701 et de 2,253. Il y a deux points dans le voisinage de l'équateur où l'intensité magnétique est à son *minimum*. Ils sont situés, l'un dans l'Océan Pacifique, par 5° 7' de latitude nord et 178,28 de longitude O.; l'autre près de l'île de Sainte-Hélène, par 18° 9' de latitude sud et 350° 12' de longitude E.; leurs intensités respectives sont de 0,9296 et de 0,8094. La ligne qui joint les points où l'inclinaison magnétique est nulle, coupe l'équateur presque diamétralement, par environ 8° et 188°; mais les deux points où elle s'éloigne le plus de l'équateur ne sont pas placés diamétralement, et sont situés, le premier par environ 14° 43' de latitude nord et 52° de longitude, le second par 15° 4' de latitude sud et 320° de longitude.

ce sont pour lui simplement les points de plus grande intensité magnétique pour deux systèmes qui se distinguent l'un de l'autre par la différence dans le degré de la variation séculaire à laquelle les phénomènes paraissent être sujets dans chacun d'eux.

La méthode par laquelle M. Hansteen a déterminé la position des pôles magnétiques n'est pas à l'abri de toute objection. M. Kupffer remarque avec raison que si l'on adopte deux pôles magnétiques dans chaque hémisphère, l'aiguille ne sera tournée ni vers l'un des pôles, ni vers l'autre, dans la plupart des points du globe, mais prendra une direction moyenne; il sera bien difficile alors de choisir entre les déclinaisons celles dont les points de convergence indiquent exactement la position du pôle magnétique. En supposant que ce fût un seul pôle qui agit en même temps sur l'aiguille, il serait impossible que la déclinaison, en s'avancant de l'ouest à l'est, fût d'abord occidentale, puis nulle, puis orientale, et cela sur des points très-rapprochés, comme on le trouve dans la Russie orientale européenne; ou même d'abord orientale, puis nulle, puis encore orientale, comme cela arrive près d'Irkoutsk. Du reste, M. Kupffer est peu disposé à admettre l'existence de pôles magnétiques proprement dits, c'est-à-dire de centres d'actions magnétiques rapprochés des pôles terrestres; il pencherait plutôt vers l'idée de Gauss que toute la masse de la terre est magnétique.

M. Barlow, qui a réuni les observations les plus importantes relatives à la déclinaison faites dans les voyages récents, en ayant soin d'écartier les erreurs provenant de l'attraction locale, n'admet pas non plus quatre pôles magnétiques dans chaque hémisphère; du reste, il s'est surtout occupé de tracer les lignes isogoniques, c'est-à-dire d'égale déclinaison, et les changements qu'elles éprouvent à la surface du globe. Il trouve dans l'Océan Indien une ligne sans déclinaison qui coupe l'équateur et dont la courbure est extraordinaire; les lignes d'égale déclinaison, situées à gauche de celle-ci, ont une déclinaison occidentale; celles qui sont à droite une déclinaison orientale. On reconnaît encore que dans ce même Océan, pendant 40 degrés, la ligne sans déclinaison marche presque parallèlement à l'équateur, et que pendant 40 autres degrés elle revient dans le méridien;

mais comme lorsqu'il n'y a pas de déclinaison, il faut que le pôle, c'est-à-dire le centre d'attraction, soit dans le méridien du lieu, il en résulte que ce pôle doit, pendant 40 degrés, coïncider avec le pôle terrestre, ce qui est peu compatible avec l'existence de quatre pôles.

Il paraîtrait que c'est vers l'année 1660 que la ligne sans déclinaison aurait traversé l'Océan Atlantique presque à angle droit avec le méridien de nos contrées, comme cela se voit aujourd'hui dans l'Océan Indien. Depuis ce temps elle a été graduellement en descendant vers le sud et vers l'ouest, et aujourd'hui elle traverse la partie orientale de l'Amérique du Sud; elle traverse également l'Australie, où depuis soixante ans elle ne paraît pas avoir éprouvé de modification.

En résumé, quelle que soit l'opinion qu'on se forme sur l'existence et le nombre des pôles magnétiques, il résulte des recherches de M. Hansteen qu'il existe deux lignes sans déclinaison¹, l'une située dans l'Océan Atlantique qui commence sous le 60° degré de latitude nord à l'ouest de la baie d'Hudson, s'avance dans la direction du sud-est à travers les lacs de l'Amérique du Nord, traverse les Antilles et le cap Saint-Roch jusqu'à ce qu'elle atteigne l'Océan Atlantique du Sud où elle coupe le méridien de Greenwich par 65° de latitude sud. Cette ligne est presque droite jusque près de la partie orientale de l'Amérique du Sud, où elle se courbe un peu au-dessus de l'équateur. La seconde ligne sans déclinaison, qui est remplie d'inflexions, commence au 60° degré de latitude sud, au-dessus de la Nouvelle-Hollande qu'elle traverse, s'étend dans l'archipel Indien en se partageant en deux branches qui coupent trois fois l'équateur. Elle passe d'abord au nord de ce dernier, à l'est de Bornéo; elle revient ensuite et passe au sud entre Sumatra et Bornéo, et traversant de nouveau l'équateur au-dessous de Ceylan d'où elle passe à l'est au milieu de la mer Jaune, elle se dirige ensuite le long de la côte de la Chine, puis redescend

¹ On a généralement admis qu'il existait sur le globe trois lignes sans déclinaison; mais il résulte des travaux de M. Hansteen que deux seulement sont bien déterminées, et que la troisième ne comprendrait qu'un très-petit nombre de points isolés.