

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

# ANNALES

DU

## BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE,

PUBLIÉES

PAR E. MASCART,

DIRECTEUR DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE.

ANNÉE 1885.

I.

ÉTUDE DES ORAGES EN FRANCE

ET

MÉMOIRES DIVERS.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

Quai des Augustins, 55.

1887



---

# OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DU PARC SAINT-MAUR

PENDANT L'ANNÉE 1885,

PAR M. TH. MOUREAUX.

---

## I. — INTRODUCTION.

Dans le Tome I des *Annales du Bureau central météorologique* pour 1884, nous avons publié deux Mémoires. Le premier, intitulé : *Observations magnétiques faites à l'Observatoire du Parc Saint-Maur en 1883 et 1884*, contient le plan et la position du pavillon et des caves magnétiques, les dessins et la description des appareils de variations, ainsi que l'indication des méthodes adoptées pour le dépouillement des courbes relevées au magnétographe. Le second Mémoire a pour titre : *Détermination des éléments magnétiques en France*; il renferme, avec les méthodes d'observation, le dessin et la description détaillée des appareils qui servent actuellement aux mesures absolues.

Aucune modification essentielle n'ayant été introduite, soit dans la disposition des appareils, soit dans les méthodes d'observation ou de réduction, nous donnerons seulement ici des indications générales, renvoyant, pour le détail, au Volume indiqué plus haut.

Rappelons que les coordonnées géographiques de l'Observatoire du Parc Saint-Maur sont :

Longitude.....	0° 9' 23" E.
Latitude.....	48° 48' 34" N.

## II. — MESURES ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES.

Les mesures absolues des éléments magnétiques ont été effectuées sur le pilier du jardin. Dans presque tous les cas, chaque opération a été répétée, à titre de contrôle.

*Déclinaison.* — La déclinaison a été mesurée exclusivement avec le petit théodolite-boussole de Brunner, qui est muni de deux barreaux. Presque toujours, le méridien géographique a été déduit de l'azimut du paratonnerre qui surmonte un pavillon situé à Nogent-sur-Marne, à 3700<sup>m</sup> au nord-nord-ouest de l'Observatoire. En temps de brouillard sur la vallée de la Marne, ce pavillon est invisible; on se repère alors sur une mire placée dans le jardin, à 80<sup>m</sup> au sud du pilier.

Les azimuts de ces repères, déterminés en 1883 et 1884, vérifiés à différentes reprises en 1885, et comptés à partir du Nord par l'Est, sont :

	Azimut.
Paratonnerre d'un pavillon à Nogent-sur-Marne.....	343° 17' 0"
Mire du jardin.....	172° 2' 48"

*Composante horizontale.* — Le théodolite-boussole employé pour la déclinaison a servi également, d'une manière exclusive, à la mesure de la composante horizontale.

La composante horizontale  $H$  a toujours été conclue en combinant les oscillations, qui donnent le produit de  $H$  par le moment magnétique  $M$  du barreau, avec les expériences de déviations, qui donnent le rapport  $\frac{H}{M}$ , d'après la méthode de Gauss.

L'appareil est muni d'une tige spéciale, qui porte deux étriers fixes, disposés pour recevoir le barreau déviant à deux distances  $R$  et  $R'$  du centre de l'appareil. Les valeurs de ces deux distances, mesurées par M. Brunner, sont

$$R = 15^{\text{cm}}, 1807, \quad R' = 19^{\text{cm}}, 7880.$$

La règle se place alternativement sur l'une et l'autre face de la cage.

En désignant par

$K^2$  le moment d'inertie du barreau;

$n$  le nombre d'oscillations par seconde;

$R$  la distance la plus courte;

$\alpha$  l'angle de déviation à la distance  $R$ ;

$a$  un terme de correction spécial à chaque barreau,

on a les deux équations

$$(1) \quad HM = \pi^2 K^2 n^2,$$

$$(2) \quad \frac{H}{M} = \frac{2}{R^3 \sin \alpha} \left( 1 + \frac{a}{R^2} \right).$$

Le moment d'inertie des barreaux n'a pas été calculé directement, à cause de la forme concave de leurs extrémités; il a été déterminé par une série d'expériences d'oscillations, ainsi que le moment d'inertie de l'étrier.

La durée  $t$  d'une oscillation, d'où l'on déduit  $n$ , est observée à l'aide d'un compteur à pointage de Bréguet, comparé à un chronomètre immédiatement avant et après chaque expérience.

Le fil de suspension du barreau est le même qui a servi en 1884; son coefficient de torsion est négligeable. L'amplitude moyenne des oscillations étant seulement de  $1^\circ$  environ, la correction relative à cette amplitude a été considérée également comme négligeable. De plus, on a pu éviter la correction de température en opérant toujours à l'ombre, et en comptant une série de cent oscillations avant et après les expériences de déviations. Enfin, les résultats n'ont pas été corrigés de l'induction par la terre, en raison de l'incertitude des moyens de déterminer cette correction.

Les déviations à la distance  $R'$  ont uniquement pour objet de déterminer la valeur du terme de correction  $\frac{a}{R^2}$  de la formule (2). Ce terme ayant été déterminé préalablement à l'aide d'un appareil spécial, de plus grande sensibilité que le théodolite, on se borne, dans la pratique, à observer les déviations à la distance  $R$ .

Le 21 juillet 1885, le barreau n° 2 de la boussole a été mis hors d'usage. M. Brunner a fourni, le 30 août, un nouveau barreau n° 2 dont les constantes ont été déterminées en septembre, et qui a été mis en service à partir du 1<sup>er</sup> octobre.

*Constantes des barreaux du petit théodolite-boussole.*

	Poids.	Longueur.	$K^2$ barreau + étrier.	$\frac{a}{R^2}$	Coefficient de température.
Barreau n° 1 .....	7,473 <sup>gr</sup>	6,5006 <sup>cm</sup>	26,954	0,041	0,00076
Barreau n° 2 (ancien) .....	7,432	6,4990	26,852	0,038	0,00056
Barreau n° 2 (nouveau) .....	7,555	6,4970	27,223	0,044	0,00035

En remplaçant, dans les formules (1) et (2), les quantités connues par leurs valeurs numériques, on a :

	$\log HM.$	$\log \frac{H}{M}.$
Barreau n° 1 .....	$2,4249230 + \log n_1^2$	$4,7746053 - \log \sin \alpha_1$
Barreau n° 2 (ancien) .....	$2,4232764 + \log n_2^2$	$4,7733520 - \log \sin \alpha_2$
Barreau n° 2 .....	$2,4292358 + \log n_2^2$	$4,7758551 - \log \sin \alpha_2$

Ce sont ces expressions qui ont servi au calcul des mesures absolues de la composante horizontale effectuées en 1885.

*Inclinaison.* — L'inclinaison a toujours été mesurée à l'aide de la petite boussole Brunner, dont on trouvera également le dessin et la description dans le second des Mémoires précités. L'appareil n'est muni que d'une seule aiguille, et chaque valeur de l'inclinaison a été déduite de deux mesures complètes, effectuées avec tous les retournements indiqués par la théorie. L'observation a toujours été faite par la méthode directe, en plaçant l'aiguille dans le méridien magnétique.

Les Tableaux suivants comprennent les mesures absolues effectuées pendant l'année 1885. Les heures, exprimées en temps moyen local, sont comptées de 0 à 24, à partir de minuit.

*Mesures absolues de la déclinaison en 1885.*

Dates.	Heures.		Déclinaison.	Dates.	Heures.		Déclinaison.
	<sup>h</sup>	<sup>m</sup>			<sup>h</sup>	<sup>m</sup>	
Janv. 5.....	13.35	à 14.25	16.10,5	Juill. 10.....	7.15	à 7.50	16. 1,8
» 20.....	13.20	13.55	16.12,3	» 10.....	13. 0	13.40	16.12,3
» 23.....	13.15	13.50	16.15,3	» 13.....	17. 0	17.45	16. 8,3
» 29.....	13.45	14.20	16.11,8	» 29.....	13.45	14.20	16.11,3
Févr. 9.....	13.10	13.45	16.12,4	» 31.....	7.15	7.55	15.59,9
» 12.....	13.10	13.50	16.12,0	Août 7.....	13. 0	13.20	16.13,3
» 23.....	13.20	14. 0	16.14,8	» 8.....	7.15	7.45	16. 3,8
» 26.....	13.15	14. 0	16.13,2	» 10.....	13.15	13.50	16.12,4
» 27.....	13.50	14.25	16.17,0	» 12.....	7.20	7.55	15.58,9
Mars 5.....	13.45	14.25	16.13,6	» 24.....	13.40	14.20	16.12,2
» 13.....	13.20	14. 5	16.18,5	» 30.....	7.25	8. 0	16. 0,5
» 20.....	13.10	13.50	16.13,7	Sept. 9.....	14.20	14.50	16.10,9
» 26.....	13.15	13.50	16.14,5	» 14.....	13.40	14.15	16.12,4
Avril 7.....	13.50	14.30	16.14,3	» 19.....	13.15	13.50	16. 9,9
» 13.....	13.10	13.55	16.16,2	» 30.....	7.30	8.15	16. 2,7
» 14.....	13.30	14.10	16.12,6	» 30.....	13. 0	13.45	16. 9,3
» 20.....	13.15	14. 0	16.14,9	Oct. 8.....	13.10	13.45	16.10,8
» 21.....	7. 0	7.35	16. 5,3	» 22.....	13.15	13.50	16.14,2
» 27.....	7.45	8.30	16. 6,5	» 30.....	13.30	14. 5	16.10,1
» 27.....	13.10	13.45	16.16,1	Nov. 6.....	13.20	14. 0	16. 8,5
Juin 2.....	13.45	14.25	16.15,1	» 19.....	13.20	14.10	16. 7,5
» 8.....	16. 5	16.55	16. 5,6	» 27.....	13.20	13.55	16. 7,9
» 23.....	12.50	13.30	16.11,2	Déc. 10.....	13.45	14.20	16. 6,1
» 30.....	13. 5	13.50	16.13,6	» 20.....	13.45	14.20	16. 7,0
Juill. 2.....	13.15	13.30	16.12,4	» 29.....	13.25	14. 0	16. 6,2
» 9.....	13.10	13.50	16.12,2				

## OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES.

B.7

*Mesures absolues de la composante horizontale en 1885.*

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	Dates.	Heures.		Composante horizontale.
	<sup>h</sup>	<sup>m</sup>			<sup>h</sup>	<sup>m</sup>	
Janv. 5.....	14.30	à 15.45	0,19440	Juill. 9.....	8.30	à 9.45	0,19429
» 12.....	14.20	15.15	0,19417	» 14.....	6.50	7.45	0,19424
» 19.....	14.30	15.50	0,19436	» 31.....	8.20	9.35	0,19393
» 26.....	14.15	15.15	0,19424	Août 8.....	8.25	9.45	0,19384
Fév. 2.....	9.15	10.35	0,19438	» 11.....	7.15	8.45	0,19407
» 12.....	9.15	9.45	0,19396	Sept. 1.....	10.45	11.15	0,19403
» 16.....	8.25	9.45	0,19416	» 1.....	13.20	13.45	0,19401
» 24.....	14.20	15.25	0,19424	» 9.....	14. 0	14.35	0,19424
» 27.....	8.30	9.30	0,19425	» 12.....	8.50	9.20	0,19391
Mars 5.....	14.35	15.55	0,19430	» 19.....	10.30	11. 5	0,19409
» 13.....	9.15	10.30	0,19399	» 30.....	8.30	9.10	0,19400
» 20.....	9.20	10.45	0,19411	» 30.....	13.50	14.20	0,19419
» 26.....	9.20	10.45	0,19408	Oct. 4.....	8.20	9.30	0,19419
Avril 6.....	13.20	14.20	0,19428	» 8.....	9.45	10.55	0,19423
» 13.....	7.50	8.55	0,19424	» 16.....	9. 0	10.30	0,19394
» 20.....	9. 0	10.15	0,19415	» 22.....	13.55	14.55	0,19416
» 27.....	9. 0	10.20	0,19401	» 30.....	14.20	15.15	0,19416
» 28.....	13.30	14. 0	0,19406	Nov. 6.....	9.40	11. 0	0,19425
» 30.....	15. 0	16. 0	0,19446	» 16.....	14.50	16.20	0,19450
Mai 4.....	7. 0	8.25	0,19412	» 27.....	14.10	15.15	0,19416
Juin 2.....	14.45	15.45	0,19417	Déc. 10.....	9.35	10.50	0,19429
» 8.....	14.10	15. 0	0,19443	» 17.....	13.30	14.45	0,19437
» 23.....	9. 0	10. 0	0,19401	» 22.....	13.30	14.35	0,19422
» 30.....	13.55	15. 0	0,19436	» 29.....	9. 0	10.10	0,19420
Juill. 2.....	14. 0	15. 0	0,19420				

*Mesures absolues de l'inclinaison en 1885.*

Dates.	Heures.		Inclinaison.	Dates.	Heures.		Inclinaison.
	<sup>h</sup>	<sup>m</sup>	<sup>o</sup> /		<sup>h</sup>	<sup>m</sup>	<sup>o</sup> /
Janv. 12.....	13.10	à 14. 5	65.18,2	Juill. 31.....	9.45	à 10.35	65.16,9
» 19.....	13.20	14.10	65.17,2	Août 11.....	9. 0	10.15	65.18,0
» 26.....	15.30	16.30	65.17,8	» 15.....	9. 0	9.45	65.17,5
Fév. 2.....	14.15	15.10	65.17,6	» 30.....	13.50	15. 0	65.15,7
» 12.....	10. 0	10.45	65.16,9	Sept. 1.....	14. 0	15. 0	65.17,1
» 20.....	13.30	14.40	65.16,6	» 2.....	7. 0	7.20	65.16,8
» 27.....	9.55	10.55	65.16,7	» 13.....	7.25	8.30	65.16,5
Mars 5.....	16.10	17.25	65.17,0	» 19.....	14. 5	15.10	65.17,5
» 20.....	15.50	17. 0	65.17,4	» 27.....	9.40	10.45	65.17,9
» 27.....	15.40	16.45	65.16,4	» 30.....	14.40	15.40	65.15,5
Avril 13.....	15.20	16.20	65.18,3	Oct. 13.....	14.40	15.40	65.18,8
» 21.....	8.20	9.30	65.17,8	» 22.....	15. 0	16.15	65.18,2
» 27.....	14. 0	15.10	65.17,3	» 30.....	9. 0	10.15	65.16,8
Mai 1.....	14.15	15.20	65.16,7	Nov. 6.....	14.30	15.30	65.16,4
Juin 2.....	10.15	11. 5	65.19,3	» 19.....	14.40	15.20	65.16,5
» 11.....	9.30	10.40	65.17,6	» 30.....	13.25	14.20	65.14,9
» 23.....	14. 0	15. 0	65.17,5	Déc. 11.....	9.25	10.35	65.18,9
» 30.....	15.15	16. 5	65.16,1	» 20.....	14.30	15.30	65.16,9
Juill. 9.....	14.25	15.20	65.14,9	» 31.....	9.20	10.35	65.15,8
» 15.....	14.30	15.30	65.16,4				

## III. — VARIATIONS DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES.

*Magnétographe.* — Deux séries complètes d'appareils de variations sont installées dans les caves du pavillon. Chaque série comprend un déclinomètre, un bifilaire, et une balance magnétique.

Les appareils à lecture directe, établis dans la cave de l'Ouest, sont lus trois fois par jour, à 8<sup>h</sup> du matin, 1<sup>h</sup> et 6<sup>h</sup> du soir; ils servent uniquement de contrôle.

Le magnétographe de M. Mascart est installé dans la cave de l'Est. Les appareils sont disposés de telle façon que l'enregistrement des variations de la déclinaison et des deux composantes est obtenu sur une même feuille de papier sensible, serrée dans un châssis entraîné par un mouvement d'horlogerie, et qui se déplace de 0<sup>m</sup>,01 par heure.

En 1885, la feuille sensible a été relevée vers 8<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> du matin, du 1<sup>er</sup> janvier au 4 septembre; et à 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> du matin, du 5 septembre au 31 décembre.

Du 1<sup>er</sup> janvier au 31 mars, l'heure d'origine de l'enregistrement a été relevée simplement en notant au chronomètre l'instant précis où l'appareil, après les manipulations nécessaires au renouvellement du papier et à l'entretien de la lampe, était mis de nouveau en fonction. La longueur du pendule de l'horloge est d'ailleurs réglée de façon que le châssis descende exactement de 0<sup>m</sup>,01 par heure.

Le 31 mars, des dispositions ont été prises pour l'enregistrement direct de l'heure sur les courbes. Un circuit, renfermant un élément Leclanché, a été établi entre la cave du magnétographe et la salle du rez-de-chaussée. Lorsque ce circuit est fermé, le courant passe dans trois bobines en verre disposées à côté de chacun des appareils de variations. Trois fois par jour, à 8<sup>h</sup> et à 10<sup>h</sup> du matin, et à 5<sup>h</sup> ou 6<sup>h</sup> du soir, on fait passer le courant, en appuyant sur un bouton, au moment précis de l'heure locale pleine. L'heure est donnée par un chronomètre dont l'état est vérifié fréquemment, soit directement par des hauteurs du Soleil, soit à l'un des centres horaires de la ville de Paris.

Lorsque le courant passe dans les bobines, il en résulte une oscillation des barreaux et un trouble momentané sur les courbes. L'intensité du courant et la distance des bobines aux aimants sont réglées pour que la perturbation provoquée soit de courte durée, de sept à huit minutes environ. Ce moyen donne très nettement, chaque jour, trois points de repère absolument précis.

L'enregistrement direct de l'heure sur les courbes a commencé le 1<sup>er</sup> avril et se continue régulièrement depuis cette époque.

*Graduation.* — La méthode suivie pour déterminer la valeur du millimètre sur

l'ordonnée de chaque courbe est exactement celle qui a été indiquée pour les années précédentes.

*Graduation du déclinomètre.* — Diverses expériences faites en 1883 et 1884 avaient donné 1',39 pour la valeur angulaire du millimètre sur l'ordonnée de la courbe du déclinomètre enregistreur. Cette valeur a été vérifiée trois fois dans le courant de l'année 1885.

*Graduation du déclinomètre enregistreur en 1885.*

1885. 31 juillet.....	1',39
» 14 septembre.....	1',39
» 1 <sup>er</sup> décembre.....	1',40
Moyenne.....	1',393

On a adopté, comme en 1883 et 1884, la valeur 1',39.

Le fil du déclinomètre enregistreur qui était en service depuis l'installation des appareils, en 1882, s'est brisé le 19 juillet, vers 4<sup>h</sup> du soir; il a été remplacé, avec toutes les précautions d'usage, le 27 juillet. Dans cet intervalle, on a fait des observations horaires au déclinomètre à lecture directe.

Il arrive assez fréquemment que des fils légers, dus à l'humidité, tendent à se former sur la monture des miroirs de l'appareil. Afin d'éviter que ces fils ne s'étendent d'un miroir à l'autre, on prend la précaution de vérifier l'état de la suspension deux fois par mois, au moment des graduations. A l'aide d'un aimant auxiliaire tenu à la main, on provoque des oscillations de 45° environ, que l'on amortit ensuite, ou bien on glisse un papier rigide entre les deux miroirs. Cette inspection régulière, indispensable pour assurer une sensibilité constante à l'appareil, est sans doute délicate, et il peut arriver qu'en touchant à la monture d'un miroir, même faiblement, on vienne à déplacer la position des images sur le papier sensible, mais les différentes valeurs du repère peuvent toujours être déterminées avec une grande exactitude par des mesures absolues fréquemment répétées.

*Graduation du bifilaire.* — La graduation du bifilaire a été effectuée à peu près tous les quinze jours. La fraction  $\frac{dH}{H}$ , correspondant à 0<sup>m</sup>,001 sur l'ordonnée de la courbe, est indiquée dans le Tableau suivant :



*Graduation du bifilaire enregistreur en 1883.*

Dates.	$\frac{dH}{H}$ .	Dates.	$\frac{dH}{H}$ .	Dates.	$\frac{dH}{H}$ .
15 janvier.....	0,000483	3 juin.....	0,000501	28 septembre....	0,000477
30 ».....	0,000493	24 ».....	0,000507	13 octobre.....	0,000458
15 février.....	0,000492	10 juillet.....	0,000487	30 ».....	0,000462
1 <sup>er</sup> mars.....	0,000487	31 ».....	0,000496	15 novembre....	0,000471
30 ».....	0,000493	10 août.....	0,000488	30 ».....	0,000463
16 avril.....	0,000490	28 ».....	0,000509	13 décembre....	0,000465
30 ».....	0,000491	14 septembre....	0,000481	27 ».....	0,000465

Le fil du bifilaire enregistreur s'est brisé le 29 novembre; il a été rétabli le lendemain, d'après la méthode employée lors de l'installation. L'état de la suspension est d'ailleurs vérifié à chaque graduation, comme pour le déclinomètre.

*Balance.* — La graduation de la balance a été faite en même temps que celle du bifilaire. La fraction  $\frac{dZ}{Z}$  qui correspond à 0<sup>m</sup>,001 d'ordonnée de la courbe est indiquée ci-dessous :

*Graduation de la balance en 1885.*

Dates.	$\frac{dZ}{Z}$ .	Dates.	$\frac{dZ}{Z}$ .	Dates.	$\frac{dZ}{Z}$ .
15 janvier.....	0,000191	3 juin.....	0,000203	28 septembre....	0,000188
30 ».....	0,000195	24 ».....	0,000202	13 octobre.....	0,000185
15 février.....	0,000198	10 juillet.....	0,000197	30 ».....	0,000188
1 <sup>er</sup> mars.....	0,000201	31 ».....	0,000211	15 novembre....	0,000191
30 ».....	0,000191	10 août.....	0,000186	30 ».....	0,000186
16 avril.....	0,000185	28 ».....	0,000181	13 décembre....	0,000191
30 ».....	0,000190	14 septembre....	0,000186	27 ».....	0,000194

La sensibilité de la balance est beaucoup plus régulière que les années précédentes. Elle est presque constante depuis le 1<sup>er</sup> août, époque à laquelle on s'est astreint à enlever l'aiguille à chaque graduation et à essuyer le couteau et le plan d'agate, d'abord avec une peau de chamois, puis avec un pinceau bien propre, affecté exclusivement à cet usage.

*Correction de température.* — Le thermomètre enregistreur Richard, installé dans la cave du magnétographe, a continué à fonctionner régulièrement en 1885. Ses indications sont comparées à celles d'un thermomètre à mercure placé à côté, et qu'on lit chaque jour au moment du renouvellement de la feuille de papier sensible. Les courbes de température relevées montrent que la cave est presque entièrement soustraite à la variation diurne de la température extérieure; la courbe s'éloigne ou se rapproche simplement du zéro, suivant les saisons. La température la plus basse en 1885, 4°,0, a été observée le 27 janvier;

le thermomètre est monté à  $17^{\circ}, 8$  le 30 juillet, pour redescendre ensuite régulièrement jusqu'à la fin de l'année ( $6^{\circ}, 1$  le 31 décembre).

Pour corriger de la température les variations des deux composantes, on a fait usage des coefficients déterminés le 25 janvier 1884, savoir :  $0,00044$  pour le bifilaire, et  $0,00051$  pour la balance. Toutes les observations ont été ramenées à la température de  $10^{\circ}$ .

#### IV. — DÉPOUILLEMENT DES COURBES. RÉDUCTION DES OBSERVATIONS.

Les Tableaux qui suivent ont été dressés d'après les courbes relevées au magnétographe. Le dépouillement se fait au moyen d'une plaque de verre graduée verticalement en centimètres, et horizontalement en millimètres, le côté gravé du verre étant appliqué directement sur la feuille. Après avoir mis en concordance les lignes horaires de la plaque avec l'heure d'origine des courbes pour les trois premiers mois, et avec les repères horaires directs pour les neuf autres mois, on mesure, pour chaque heure du jour, la distance entre la courbe et la droite qui lui sert de repère; cette distance peut être appréciée à  $0^{\text{mm}}, 2$  près. Ce premier travail, commun aux trois courbes, donne la variation de chaque élément, exprimée en millimètres et en fraction de millimètre.

*Courbes de la déclinaison.* — Pour la déclinaison, les ordonnées de la courbe sont ensuite réduites en valeurs angulaires au moyen d'une Table construite en prenant pour base la valeur angulaire moyenne du millimètre ( $1', 39$ ). En ajoutant à ces valeurs la déclinaison correspondant à la ligne de repère, on en déduit les valeurs horaires de la déclinaison  $D$ . La déclinaison  $D_0$  correspondant au repère est obtenue en retranchant des valeurs de  $D$  obtenues sur le pilier extérieur l'écart angulaire correspondant entre la droite et la courbe.

*Courbes de la composante horizontale.* — La valeur de la composante horizontale  $H$ , à un instant quelconque, est égale à la valeur du repère  $H_0$ , augmentée de l'écart entre la droite et la courbe, exprimé en valeur absolue.

En appelant

A la variation  $\frac{dH}{H}$  correspondant à  $0^{\text{m}}, 001$  sur la courbe;

$n$  la distance en millimètres entre la courbe et la droite;

C le coefficient de température;

$\theta - 10^{\circ}$  l'excès de la température au moment de l'observation sur la température adoptée pour la réduction,

l'écart en valeur absolue  $\Delta$ , correspondant à une distance quelconque entre les deux lignes, est donné par l'expression

$$\Delta = H[A n + C(\theta - 10^\circ)].$$

Si donc H est déterminée par une mesure absolue faite sur le pilier du jardin, on aura pour valeur du repère  $H_0$

$$(1) \quad H_0 = H - \Delta.$$

Ce repère n'est pas constant, à cause de la diminution graduelle du moment magnétique du barreau. On admet que la variation de  $H_0$  est proportionnelle au temps, et l'on établit sa valeur pour chaque jour. En ajoutant à  $H_0$  chacun des écarts horaires déduits du dépouillement des courbes au moyen de la formule (1), on obtient le Tableau des valeurs absolues de H pour toutes les heures du mois.

*Courbes de la composante verticale.* — La réduction des courbes de la balance se fait exactement de la même manière que pour le bifilaire. La valeur de la composante verticale Z, à un instant quelconque, est égale à la valeur du repère  $Z_0$ , augmentée de l'écart entre la droite et la courbe, exprimé en valeur absolue.

En désignant par B la variation  $\frac{dZ}{Z}$  correspondant à  $0^m,001$  sur la courbe, on a de même

$$(2) \quad \Delta = Z[B n + C(\theta - 10^\circ)];$$

Z n'étant pas déterminée directement, on l'obtient par la formule

$$Z = H \tan I.$$

H étant fourni par le bifilaire, on fait une observation absolue de l'inclinaison, d'où l'on déduit Z.

On a alors pour valeur de  $Z_0$

$$Z_0 = Z - \Delta.$$

Ici encore, le repère n'est pas constant, en raison de la diminution du moment magnétique du barreau avec le temps. On l'établit pour chaque jour, comme il a été dit pour la composante horizontale. En ajoutant à  $Z_0$  chacun des écarts horaires fournis par le dépouillement des courbes, à l'aide de la formule (2), on obtient le Tableau des valeurs absolues de la composante verticale pour toutes les heures du mois.

On sait d'ailleurs que la détermination absolue de Z ne comporte pas la même exactitude que celle de D ou de H, en raison de la difficulté de mesurer rigoureusement l'inclinaison.

## V. — REVUE MAGNÉTIQUE DE L'ANNÉE 1885.

Dans la discussion générale des courbes de 1885, nous désignerons, comme précédemment, la déclinaison par D, la composante horizontale par H et la composante verticale par Z. Nous dirons que D diminue lorsque le pôle nord du barreau du déclinomètre se rapproche du méridien géographique, c'est-à-dire qu'il se dirige vers l'Est.

En comparant entre elles les courbes des deux composantes, on remarque que Z et H varient le plus souvent en sens inverse l'une de l'autre ; on se dispensera donc de répéter chaque fois cette particularité. En comparant, au contraire, la déclinaison à l'une des composantes, à H, par exemple, on voit que D et H varient tantôt de même sens, et tantôt de sens opposés.

Les courbes des vingt-six principales perturbations enregistrées en 1885 sont reproduites en grandeur naturelle sur les Pl. B. I à B. VIII. On a indiqué sur chaque Planche, vers l'origine des courbes, la distance millimétrique qui correspond à 10' pour la déclinaison, à 0,00100 (unités C.G.S.) pour la composante horizontale, et à 0,00050 (unités C.G.S.) pour la composante verticale.

Les heures sont comptées de 0 à 24, à partir de minuit.

*Janvier.* — Le 1<sup>er</sup>, calme magnétique.

Le 2, forte perturbation ; l'agitation commence à se manifester dès 4<sup>h</sup> : faible d'abord, elle s'accroît à partir de 10<sup>h</sup> ; minimum de D à 16<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, de H à 12<sup>h</sup>. Écarts extrêmes : D = 19', H = 0,0009 (voir Pl. B. I, fig. 1). Les courbes restent très mouvementées jusque vers 4<sup>h</sup> le 3.

Le 4, léger trouble de 20<sup>h</sup> à 22<sup>h</sup>, puis les aimants restent ensuite calmes jusqu'au 8. Une perturbation assez importante se manifeste ce jour à 18<sup>h</sup> et se prolonge pendant la nuit ; à 20<sup>h</sup>, D passe par un maximum et H par un minimum ; vers 24<sup>h</sup>, au contraire, ces deux éléments diminuent simultanément ; D augmente ensuite de 14' entre 0<sup>h</sup>40<sup>m</sup> et 2<sup>h</sup>55<sup>m</sup> le 9 ; le minimum de Z se produit seulement à 3<sup>h</sup>30<sup>m</sup>. Écarts extrêmes : D = 15', H = 0,0006, Z = 0,0002. (Voir Pl. B. I, fig. 2.)

Dans la nuit du 9 au 10, nouvelle agitation, pendant laquelle D et H ont une marche parallèle.

Léger trouble le 10, de 18<sup>h</sup> à 20<sup>h</sup>.

Le 11, de 17<sup>h</sup>40<sup>m</sup> à 18<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, D diminue de 8' ; les deux composantes sont à peine affectées.

Le 18, à 19<sup>h</sup>, diminution simultanée de D et de H ; vers 24<sup>h</sup>, hausse également simultanée de ces deux éléments.

Dans la nuit du 21 au 22, assez forte agitation : D diminue de 8' entre 22<sup>h</sup>25<sup>m</sup> et 22<sup>h</sup>50<sup>m</sup>.

Dans la soirée du 22, forte perturbation, qui se traduit par une diminution considérable de D et de H, et par une augmentation correspondante de Z. De 19<sup>h</sup>20<sup>m</sup> à 20<sup>h</sup>38<sup>m</sup>, D diminue de 29', pour remonter ensuite brusquement de 26'; H diminue de 0,0011 entre 20<sup>h</sup>40<sup>m</sup> et 21<sup>h</sup>. Écarts extrêmes : D = 32', H = 0,0012, Z = 0,0005. (Voir *Pl. B. I, fig. 3.*)

Agitation le 23 entre 11<sup>h</sup> et 16<sup>h</sup>, et dans la nuit du 27 au 28.

Les courbes sont encore irrégulières depuis le 29 à 21<sup>h</sup> jusqu'au 30 à 15<sup>h</sup>; entre 0<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et 0<sup>h</sup>50<sup>m</sup>, le 30, D diminue de 10'.

*Février.* — L'allure des courbes est sensiblement normale du 31 janvier au 4 février.

Le 5, à 13<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, oscillation brusque, mais de faible amplitude, correspondant à une augmentation simultanée de D et de H, puis calme jusque vers 17<sup>h</sup>. La perturbation s'accroît alors et se prolonge jusqu'au matin du 6. Les écarts extrêmes sont : D = 16', H = 0,0010, Z = 0,0003. (Voir *Pl. B. II, fig. 1.*)

Le 8, à 17<sup>h</sup>, oscillation se traduisant par une diminution de D et de H; le minimum de H se produit à 17<sup>h</sup>0<sup>m</sup>, et le minimum de D à 17<sup>h</sup>25<sup>m</sup>.

Le 10, perturbation qui commence à se manifester à 10<sup>h</sup>40<sup>m</sup>. Les barreaux sont fortement agités pendant la première période : D augmente, H diminue. Calme relatif de 16<sup>h</sup>30<sup>m</sup> à 19<sup>h</sup>0<sup>m</sup>, puis nouvelles oscillations, plus lentes, mais d'assez grande amplitude. Écarts extrêmes : D = 24', H = 0,0011, Z = 0,0003. (Voir *Pl. B. II, fig. 2.*)

Le 12, on remarque également deux périodes d'agitation : 1<sup>o</sup> à 2<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, déplacement brusque des images dans le sens d'une augmentation de D et de H; 2<sup>o</sup> vers 17<sup>h</sup>, perturbation qui se prolonge jusqu'à 3<sup>h</sup> le 13. Écarts extrêmes : D = 15', H = 0,0007, Z = 0,0002. (Voir *Pl. B. II, fig. 3.*)

Le trouble magnétique continue, en s'affaiblissant peu à peu; le 14, les aimants sont redevenus calmes.

Agitation le 17, de 9<sup>h</sup>10<sup>m</sup> à 13<sup>h</sup>, et dans la nuit du 17 au 18.

Le 18, entre 19<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et 23<sup>h</sup>, D varie de 13'.

Le 22 au matin, nouveau trouble qui affecte plus spécialement la déclinaison; à 20<sup>h</sup>, oscillation pendant laquelle D augmente, tandis que H diminue.

Le 27, faible perturbation dans l'après-midi.

Le 28, les barreaux sont faiblement agités jusque vers 17<sup>h</sup>; le trouble augmente alors d'intensité, et persiste toute la nuit. Écarts extrêmes : D = 15', H = 0,0007. (Voir *Pl. B. II, fig. 4.*)

L'oscillation diurne de la déclinaison s'est tenue vers 8' pendant la dernière décade du mois.

*Mars.* — Les courbes présentent encore des traces de perturbation le 1<sup>er</sup> et le 2 ; le 3, leur allure est plus régulière ; elles redeviennent normales le 4, et le calme se prolonge jusqu'au 12.

Le 13, entre 14<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> et 15<sup>h</sup>, les barreaux sont soumis à deux oscillations consécutives ; la forme des courbes est identique pour D et H, qui varient dans le même sens ; entre 21<sup>h</sup> et 22<sup>h</sup>, nouvelle oscillation pendant laquelle D et H varient en sens contraires.

On remarque encore une certaine agitation le 14, puis le 15 se produit une grande perturbation. Dès 7<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, les barreaux sont soumis à une sorte de mouvement vibratoire ; les oscillations sont d'abord nombreuses et de faible amplitude, puis la perturbation augmente d'intensité et se prolonge jusqu'au 16 au matin.

La composante verticale a été exceptionnellement affectée et a passé par un maximum très élevé à 16<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> ; au contraire, D et H sont restées au-dessous de leur valeur normale pendant la perturbation. Les écarts extrêmes sont :  $D = 41'$ ,  $H = 0,0012$ ,  $Z = 0,0015$ . (Voir *Pl. B. III, fig. 1.*)

Une faible agitation se montre encore dans la journée du 16, puis le calme se rétablit et persiste jusqu'au 19.

Le 20, la courbe de déclinaison est très irrégulière, tandis que les courbes des deux composantes sont moins affectées.

Agitation dans la nuit du 21 au 22, de 20<sup>h</sup> à 3<sup>h</sup>, puis calme presque parfait jusqu'à la fin du mois.

*Avril.* — Dans la matinée du 1<sup>er</sup>, oscillations brusques et courtes.

Le 3, agitation ; entre 16<sup>h</sup> et 16<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, D diminue de 9', tandis que H augmente de 0,0005.

Le 5, calme parfait.

Le 8, à 14<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, hausse brusque de H et de D, baisse de Z ; les aimants restent plus ou moins agités toute la journée ; à 24<sup>h</sup>, baisse de D et de Z, hausse de H.

Le 9, de 18<sup>h</sup> à 19<sup>h</sup>, diminution de D ; H et Z sont à peine affectées.

Agitation dans la nuit du 12 au 13, à partir de 23<sup>h</sup>. Entre 0<sup>h</sup> et 0<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, D diminue de 8', et H de 0,0004.

Le 13 au soir, nouveau trouble qui affecte principalement H.

Dans la nuit du 15 au 16, perturbation ; à 16<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, brusque augmentation de D et surtout de H. Écarts extrêmes :  $D = 17'$ ,  $H = 0,0008$ . (Voir *Pl. B. III, fig. 2.*)

Le 17, à 6<sup>h</sup>, oscillation lente correspondant à une augmentation simultanée de D et de H.

Le 18, entre 21<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et 23<sup>h</sup>, D diminue de 5' ; variations de H et de Z inappréciables.

Faible agitation le 20, et dans la nuit du 24 au 25.

Le 26, l'agitation porte d'abord sur H, dont la variation est irrégulière depuis 10<sup>h</sup>, D n'est affectée que vers 19<sup>h</sup>; le maximum d'intensité de cette perturbation se produit dans la nuit. Les courbes du 27, tout en conservant leur forme générale, témoignent néanmoins d'une certaine agitation.

Le 28, à 0<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, H et D augmentent brusquement, Z diminue; les oscillations correspondant à cette perturbation sont de faible amplitude, mais extrêmement fréquentes. Écarts extrêmes : D = 19', H = 0,0011. (Voir *Pl. B. III, fig. 3.*)

*Mai.* — Légère agitation le 2, de 15<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

Le 5, de 1<sup>h</sup>40<sup>m</sup> à 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, hausse simultanée de H et de D.

L'agitation est peu sensible les jours suivants, et la journée du 9 correspond à un calme à peu près parfait.

Le 10, à 6<sup>h</sup>25<sup>m</sup>, début d'une perturbation dont le maximum d'intensité a lieu de 13<sup>h</sup>45<sup>m</sup> à 15<sup>h</sup>, et qui se prolonge jusqu'à 17<sup>h</sup>. La composante horizontale est particulièrement affectée. Écarts extrêmes : D = 18', H = 0,0014, Z = 0,0003. (Voir *Pl. B. IV, fig. 1.*)

Le 11, les aimants sont très agités, surtout le barreau du déclinomètre; de 22<sup>h</sup> à 22<sup>h</sup>25<sup>m</sup>, D diminue de 9'; H est à peine affectée; vers 5<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, le 12, D et H passent simultanément par un maximum. Les écarts extrêmes sont : D = 14', H = 0,0009; les variations de Z sont faibles.

Le 13, entre 0<sup>h</sup> et 1<sup>h</sup>, les barreaux de D et de H sont agités en sens opposés : H augmente, D diminue. L'agitation continue, faible d'abord, puis une perturbation très accentuée se manifeste. D, qui depuis 14<sup>h</sup>20<sup>m</sup> diminuait assez régulièrement, mais beaucoup plus rapidement que d'ordinaire, s'abaisse brusquement vers 18<sup>h</sup>20<sup>m</sup>, en même temps que H augmente; Z est peu affectée. De grandes oscillations se montrent ensuite jusque après 3<sup>h</sup> le 14. Écarts extrêmes : D = 37', H = 0,0019, Z = 0,0008. (Voir *Pl. B. IV, fig. 2.*)

Léger trouble du 15 au 18.

Le 20, à 16<sup>h</sup>, H augmente brusquement de 0,0003, D est peu affectée.

Un peu d'agitation le 24; puis, le 25, commence une série de perturbations qui se prolongent pendant plusieurs jours.

Le 25, à 13<sup>h</sup>50<sup>m</sup>, hausse brusque de D et de H, baisse également brusque de Z. D passe par un maximum à 16<sup>h</sup>5<sup>m</sup>, H passe par un minimum à 16<sup>h</sup>20<sup>m</sup>.

Une très forte oscillation, qui affecte principalement H, se produit vers 8<sup>h</sup>10<sup>m</sup> le 26, précisément à l'instant où l'enregistrement est suspendu chaque jour pour le renouvellement de la feuille de papier sensible. Les écarts extrêmes pendant cette première phase de la perturbation sont : D plus de 23', H plus de 0,0042, Z = 0,0005. (Voir *Pl. B. IV, fig. 3.*)

Les grandes oscillations cessent momentanément le 26 vers 10<sup>h</sup>, mais les

aimants restent agités. Dans la soirée du 26 et la journée du 27, on peut citer quatre oscillations de la déclinaison : le 26 à 21<sup>h</sup>; le 27 à 3<sup>h</sup>, à 6<sup>h</sup>, à 17<sup>h</sup>. Les courbes de D et de H, pour le 27 de 0<sup>h</sup> à 7<sup>h</sup>, sont sensiblement identiques, et la perturbation est de même sens pour les deux éléments; au contraire, à 17<sup>h</sup>, les courbes de D et de H sont de sens opposés.

L'intensité de la perturbation augmente le 27, à 23<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, atteint son maximum pour D à 1<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> le 28, et à 5<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> pour H, puis diminue peu à peu; le calme est rétabli vers 18<sup>h</sup>. Écarts extrêmes pendant cette dernière phase :  $D = 22'$ ,  $H = 0,0011$ ,  $Z = 0,0004$ . (Voir *Pl. B. V*, *fig. 1*.)

On remarque encore quelque agitation pendant les journées du 30 et du 31.

*Juin.* — Du 1<sup>er</sup> au 3, calme magnétique.

Le 4, faible agitation, puis calme jusqu'au 9.

Le 10 au matin, oscillations vibratoires, caractérisées par une suite d'oscillations précipitées et de peu d'amplitude; à 21<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, baisse brusque de D (5'), hausse de H.

Le 11, H agitée, surtout de 11<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>.

Le 14, oscillations vibratoires de 0<sup>h</sup> à 8<sup>h</sup>.

Un peu d'agitation le 15 de 2<sup>h</sup> à 8<sup>h</sup>, le 16 de 0<sup>h</sup> à 8<sup>h</sup>, de 17<sup>h</sup> le 18 à 10<sup>h</sup> le 19.

Le 20, perturbation de 6<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>, pendant laquelle les courbes de D et de H sont parallèles; maximum à 14<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 21'$ ,  $H = 0,0009$ ,  $Z$  est à peine affectée.

La journée du 22 est très agitée; calme le 23.

Le 24, à 22<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, une perturbation se déclare brusquement; en un instant, H augmente de 0,0005. La déclinaison passe par un minimum très accentué à 3<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> le 25; le minimum de H a lieu seulement vers 11<sup>h</sup>, en même temps que Z passe également par un minimum bien marqué; de 11<sup>h</sup> à 14<sup>h</sup>, la marche des trois éléments est de même sens, du côté d'un accroissement. C'est la seule fois, pendant l'année 1885, qu'une augmentation simultanée des deux composantes est nettement caractérisée. La perturbation se continue en s'affaiblissant jusqu'à 8<sup>h</sup> le 26. Écarts extrêmes :  $D = 29'$ ,  $H = 0,0020$ ,  $Z = 0,0010$ . (Voir *Pl. B. V*, *fig. 2 et 3*.)

Les variations sont ensuite régulières jusqu'au 30.

*Juillet.* — Aucune perturbation importante ne s'est manifestée pendant ce mois.

Les premiers jours sont calmes. Du 5 à 19<sup>h</sup> au 6 à 15<sup>h</sup>, D et H sont en agitation continuelle.

Le 13, vers 3<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, oscillations opposées de D et de H.



Du 17 à 18<sup>h</sup> au 18 à 24<sup>h</sup>, agitation incessante; forte oscillation de H à 22<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> le 17; de H et de D, en sens opposés, le 18 à 18<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>. Situation presque calme jusqu'au 24.

Le 25, perturbation de 10<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>; écart de  $H = 0,0006$  (la courbe de D manque).

Le 28, de 2<sup>h</sup> à 3<sup>h</sup>, et de 6<sup>h</sup> à 7<sup>h</sup>, mouvements précipités de D.

Le 30, de 0<sup>h</sup> à 3<sup>h</sup>, agitation assez forte, pendant laquelle les courbes de D et de H sont sensiblement parallèles.

*Août.* — Le mois d'août commence avec une forte perturbation pendant laquelle les trois éléments sont affectés; H seul présente quelques fortes oscillations; les écarts de D sont faibles, mais la courbe est caractérisée par des oscillations vibratoires; la perturbation se prolonge jusqu'au 2 à 10<sup>h</sup>. Écarts extrêmes:  $D = 21'$ ,  $H = 0,0010$ ,  $Z = 0,0007$ . (Voir *Pl. B. VI, fig. 1.*)

Une faible agitation persiste ensuite; elle s'accroît le 7. Dans la nuit du 7 au 8, D passe par un maximum très prononcé entre 23<sup>h</sup> et 24<sup>h</sup>; H est moins affectée, mais Z passe à 24<sup>h</sup> par un minimum relativement important. Écarts extrêmes:  $D = 15'$ ,  $H = 0,0004$ ,  $Z = 0,0003$ .

Nouvelle agitation du 8 à 17<sup>h</sup> au 9 à 5<sup>h</sup>, et le 10 de 0<sup>h</sup> à 1<sup>h</sup>, puis le calme s'établit peu à peu: les courbes du 13 et du 14 sont absolument normales.

Le 16, faible agitation de 7<sup>h</sup> à 11<sup>h</sup>, et de 21<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

Le 20, vers 2<sup>h</sup>, oscillation assez forte qui se traduit par une baisse de D et de Z, par une hausse de H.

Du 20 à 20<sup>h</sup> au 21 à 11<sup>h</sup>, agitation assez prononcée; de même le 22 de 17<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>, et le 26 de 1<sup>h</sup> à 7<sup>h</sup>.

Le 27, à 22<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, une perturbation assez forte se déclare, et se prolonge jusqu'à la fin du mois. La phase la plus importante de cette perturbation est reproduite *Pl. B. VI, fig. 2.* Écarts extrêmes:  $D = 22'$ ,  $H = 0,0008$ ,  $Z = 0,0006$ .

*Septembre.* — Une forte perturbation se produit les 4 et 5 septembre (voir *Pl. B. VII, fig. 1.*). Elle débute le 4 vers 10<sup>h</sup>; les oscillations de H sont d'abord les plus accentuées; mais, vers le milieu de la nuit, D a une forte oscillation correspondant à une augmentation de cet élément. La perturbation ne prend fin que le 5 à 19<sup>h</sup>. Écarts extrêmes:  $D = 26'$ ,  $H = 0,0011$ ,  $Z = 0,0006$ .

Agitation du 6 à 20<sup>h</sup> au 7 à 3<sup>h</sup>; le 8, à 18<sup>h</sup>, forte baisse de D, H est peu affectée.

Le 12, de 20<sup>h</sup> à 21<sup>h</sup>, et vers 24<sup>h</sup>, oscillations marquées de D, dans le sens d'une diminution de cet élément.

Le 14, de 18<sup>h</sup> à 21<sup>h</sup>, mouvements vibratoires des trois barreaux.

Du 15 au 17, forte perturbation. Les mouvements vibratoires se succèdent

toute la matinée du 15, mais c'est seulement vers 16<sup>h</sup> que les oscillations commencent à prendre une certaine amplitude.

La déclinaison augmente considérablement, par trois fortes oscillations successives, depuis 23<sup>h</sup>, le 15, jusqu'à 6<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>, le 16; H est moins affectée (voir *Pl. B. VII, fig. 2*). Écarts extrêmes :  $D = 26'$ ,  $H = 0,0009$ .

La deuxième phase de la perturbation est figurée *Pl. B. VII, fig. 3*. Les mouvements de H et de D sont sensiblement opposés de 15<sup>h</sup> à 23<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 17'$ ,  $H = 0,0005$ .

Les variations des éléments sont encore irrégulières le 18, de 8<sup>h</sup> à 14<sup>h</sup>.

Une nouvelle perturbation commence le 22 à 12<sup>h</sup>, et se prolonge jusqu'au 24 à 8<sup>h</sup>. Les phases les plus remarquables de cette perturbation se produisent le 22 de 17<sup>h</sup> à 21<sup>h</sup>, et le 23 de 19<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 27'$ ,  $H = 0,0010$ ,  $Z = 0,0004$ . Trois mouvements vibratoires de Z sont très nets de 1<sup>h</sup> à 1<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, le 24.

Les aimants restent en état d'agitation jusqu'au 30. On peut signaler dans cet intervalle une hausse simultanée de D et de H, correspondant à une baisse de Z, le 27 entre 21<sup>h</sup> et 22<sup>h</sup>, le 28 à 21<sup>h</sup>, le 30 entre 2<sup>h</sup> et 3<sup>h</sup>.

*Octobre.* — Le 1<sup>er</sup> à 20<sup>h</sup>, et le 2 à 1<sup>h</sup>, oscillation dans le sens d'une diminution de D et de H.

Du 2 à 23<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> au 3 à 6<sup>h</sup>, perturbation sensible, principalement au déclinomètre; entre 0<sup>h</sup> et 1<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, D diminue de 10', puis remonte ensuite lentement jusqu'à 4<sup>h</sup>.

Le 4, calme parfait.

Le 6, courte et faible agitation de 12<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> à 14<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>; les courbes de D et de H sont absolument identiques.

Le 9, de 1<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> à 4<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>, D est de 4' à 5' au-dessous de sa valeur normale; à 16<sup>h</sup>, diminution simultanée de D et de H; à 24<sup>h</sup>, hausse de H, diminution de D.

De 20<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> le 11 à 2<sup>h</sup> le 12, D est au-dessous de sa valeur normale; l'écart est de 9' à 0<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>. Le 12, de 22<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> à 22<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>, la déclinaison augmente de 8'.

Du 13 au 19, les aimants sont agités presque continuellement; les oscillations, faibles au début et à la fin, sont très accentuées dans la soirée du 15; entre 16<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> et 18<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, D diminue de 15'; l'écart maximum de H, 0,0006, se produit seulement le 16, de 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> à 9<sup>h</sup>.

Le 22, perturbation assez marquée de 11<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 11'$ ,  $H = 0,0005$ .

Des agitations fréquentes, mais peu importantes, se montrent ensuite jusqu'à la fin du mois. Le 31, à 21<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>, forte oscillation correspondant à une diminution de D de 13'; H diminue aussi, mais plus lentement.

*Novembre.* — Les aimants sont sensiblement calmes du 1<sup>er</sup> au 6.

Le 7, à 6<sup>h</sup>, début d'une perturbation qui atteint sa plus grande intensité un peu après 24<sup>h</sup> et se prolonge jusqu'au 8 à 13<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 17'$ ,  $H = 0,0007$ ,  $Z = 0,0003$ . (Voir *Pl. B. VIII, fig. 1.*)

La journée du 9 ne présente rien de particulier, mais dans la nuit du 9 au 10 les aimants s'agitent de nouveau; la perturbation est surtout très marquée le 10 de 12<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> à 24<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 16'$ ,  $H = 0,0011$ ,  $Z = 0,0004$ . (Voir *Pl. B. VIII, fig. 2.*)

Le 11, à 6<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>, D et H passent simultanément par un maximum, puis la perturbation reprend une assez grande énergie de 12<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>; les courbes de D et de H sont sensiblement opposées : H diminue, D augmente; Z augmente également. Écarts extrêmes :  $D = 22'$ ,  $H = 0,0011$ ,  $Z = 0,0005$ .

Les courbes sont ensuite à peu près régulières jusqu'au 17.

Le 18, de 10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> à 11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, mouvements vibratoires des aimants, puis les oscillations prennent peu à peu une amplitude plus grande; le maximum d'intensité de la perturbation se produit vers 21<sup>h</sup>. Écarts extrêmes :  $D = 20'$ ,  $H = 0,0011$ ,  $Z = 0,0005$ .

Le trouble persiste jusqu'au 21, en s'affaiblissant graduellement.

On remarque encore un peu d'agitation dans la nuit du 24 au 25, puis les aimants sont calmes jusqu'au 30.

*Décembre.* — Le 1<sup>er</sup>, à 17<sup>h</sup> et à 23<sup>h</sup>, deux fortes oscillations pendant lesquelles H diminue, tandis que D augmente pendant la première et diminue pendant la seconde. Écart extrême :  $D = 17'$ .

Dans la nuit du 2 au 3, oscillation unique, d'une extrême lenteur, qui se traduit par une diminution de D et de H. Calme ensuite jusqu'au 5.

La période du 6 au 10 correspond à une série de perturbations, dont les phases principales sont figurées *Pl. B. VIII, fig. 3, 4 et 5.*

Pendant la première phase, le 6 (*fig. 3*), on remarque, entre 17<sup>h</sup> et 18<sup>h</sup>, une forte diminution de D et de H, et une augmentation de Z. Écarts extrêmes :  $D = 14'$ ,  $H = 0,0009$ ,  $Z = 0,0003$ .

La phase du 7, de 14<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>, est la plus importante. Dans cet intervalle, D passe par quatre grandes oscillations, dont trois seulement sont reportées sur la *fig. 4*, la dernière s'est produite à 24<sup>h</sup>.

Ces quatre oscillations sont toutes de même sens et correspondent à des diminutions de D. En comparant les courbes de D et de H, on remarque que la première oscillation est de même sens pour ces deux éléments; la troisième et la quatrième sont de sens opposés; la deuxième est à peine sensible pour H. Z est peu affectée. Écarts extrêmes :  $D = 20'$ ,  $H = 0,0010$ .

La troisième phase a lieu le 8, également dans l'après-midi (*fig. 5*); on re-

marque deux oscillations principales, à  $15^{\text{h}}20^{\text{m}}$  et à  $17^{\text{h}}35^{\text{m}}$ . Écarts :  $D = 12'$ ,  $H = 0,0006$ .

Le 14, de  $19^{\text{h}}$  à  $22^{\text{h}}$ ; le 18, de  $19^{\text{h}}30^{\text{m}}$  à  $21^{\text{h}}30^{\text{m}}$ , et le 19, vers  $17^{\text{h}}$ , diminution simultanée de  $D$  et de  $H$ .

Le 20, à  $2^{\text{h}}$ , hausse également simultanée de ces deux éléments; à  $23^{\text{h}}$ , diminution de  $D$ .

Le 22, agitation de  $0^{\text{h}}40^{\text{m}}$  à  $4^{\text{h}}$ .

Le 28, faible perturbation qui dure toute la journée.

Calme pendant les derniers jours du mois.

## VI. — PERTURBATIONS.

Les moyennes horaires mensuelles, insérées dans les Tableaux qu'on trouvera plus loin, ont été calculées en tenant compte de toutes les observations; mais, si l'on élimine les observations qui s'écartent, d'une quantité déterminée, de la valeur normale, on est conduit à quelques remarques intéressantes. Nous avons d'ailleurs moins en vue, quant à présent, de dégager des perturbations l'action solaire proprement dite, que de rechercher le mode de groupement des observations troublées, selon le sens de la perturbation, selon les heures du jour, les mois, les saisons.

*Déclinaison.* — Nous avons considéré arbitrairement comme perturbation toute observation différant de plus de  $3'$  de la moyenne horaire mensuelle correspondante.

Le nombre total des observations horaires considérées comme perturbations est de 564, soit un peu plus de 6 pour 100 du nombre total des observations. Sur ce nombre, 255 correspondent à des écarts de la déclinaison vers l'Ouest, et 309 à des écarts dans le sens de l'Est. Les observations troublées sont beaucoup plus nombreuses en été qu'en hiver; on en compte 340 d'avril à septembre, et 224 seulement d'octobre à mars.

*Distribution mensuelle des perturbations de la déclinaison.*

Mois.	Nombre de perturbations			Mois.	Nombre de perturbations		
	vers l'Ouest.	vers l'Est.	Total.		vers l'Ouest.	vers l'Est.	Total
Janvier. . . . .	18	20	38	Juillet. . . . .	12	9	21
Février. . . . .	15	24	39	Août. . . . .	30	41	71
Mars. . . . .	17	26	43	Septembre. . . . .	38	35	73
Avril. . . . .	21	24	45	Octobre. . . . .	17	19	36
Mai. . . . .	37	42	79	Novembre. . . . .	20	16	36
Juin. . . . .	20	31	51	Décembre. . . . .	10	22	32
				Totaux. . . . .	255	309	564

Pendant dix mois de l'année, la proportion des nombres éliminés est plus grande dans le sens de l'Est; seuls les mois de juillet et de novembre présentent une légère prédominance des perturbations dans le sens de l'Ouest.

Si l'on envisage la distribution horaire des observations éliminées, abstraction faite de leur signe, on trouve que le nombre total des perturbations est minimum dans la matinée et maximum vers le milieu de la nuit.

*Distribution horaire des perturbations de la déclinaison.*

Heures.	Nombre de perturbations			Heures.	Nombre de perturbations		
	vers l'Ouest.	vers l'Est.	Total.		vers l'Ouest.	vers l'Est.	Total.
1.....	7	26	33	13.....	21	11	32
2.....	8	23	31	14.....	16	10	26
3.....	8	11	19	15.....	16	9	25
4.....	8	12	20	16.....	18	5	23
5.....	8	9	17	17.....	12	11	23
6.....	12	6	18	18.....	11	11	22
7.....	10	2	12	19.....	5	10	15
8.....	10	9	19	20.....	8	22	30
9.....	16	7	23	21.....	3	23	26
10.....	12	6	18	22.....	2	24	26
11.....	11	4	15	23.....	9	23	32
12.....	18	8	26	24.....	6	27	33
				Totaux...	255	309	564

Enfin, les perturbations, abstraction faite de leur signe, sont plus nombreuses la nuit que le jour; on en trouve 300 de 19<sup>h</sup> à 6<sup>h</sup>, et 264 de 7<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>; et, si l'on tient compte du sens dans lequel elles se produisent, on voit que celles de l'Est sont beaucoup plus fréquentes la nuit que le jour, tandis que celles de l'Ouest sont en excès pendant le jour.

	7 <sup>h</sup> à 18 <sup>h</sup> .	19 <sup>h</sup> à 6 <sup>h</sup> .	Total.
Perturbations vers l'Ouest.....	171	84	255
» vers l'Est.....	93	216	309
Totaux.....	264	300	564

*Composante horizontale.* — Toute observation différant de 0,0002 de la moyenne horaire mensuelle a été considérée comme perturbation. Cette fraction de H est arbitraire; mais le nombre adopté ne semble pas avoir d'influence sur la distribution mensuelle et horaire des perturbations.

Dans les limites qui viennent d'être indiquées, le nombre total des observations troublées est de 1058, dont 455 correspondent à des augmentations, et 603 à des diminutions de la composante horizontale. Les perturbations ont donc un maximum d'effet dans le sens d'une diminution de la composante, et cette particularité se remarque pour tous les mois de l'année, et à chaque heure du jour, sauf à 24<sup>h</sup>.

*Distribution mensuelle des perturbations de la composante horizontale.*

Mois.	Nombre de perturbations			Mois.	Nombre de perturbations		
	en aug- mentation.	en dimi- nution.	Total.		en aug- mentation.	en dimi- nution.	Total.
Janvier....	26	48	74	Juillet....	34	43	77
Février....	23	44	67	Août.....	39	46	85
Mars.....	46	46	92	Septembre.	68	74	142
Avril.....	18	22	40	Octobre...	52	62	114
Mai.....	63	91	154	Novembre.	37	53	90
Juin.....	36	56	92	Décembre .	13	18	31
				Totaux..	455	603	1058

En envisageant la distribution horaire du nombre total des perturbations, on constate un minimum de 2<sup>h</sup> à 4<sup>h</sup>, et un maximum vers le milieu du jour.

*Distribution horaire des perturbations de la composante horizontale.*

Heures.	Nombre de perturbations			Heures.	Nombre de perturbations		
	en aug- mentation.	en dimi- nution.	Total.		en aug- mentation.	en dimi- nution.	Total.
1.....	10	21	31	13.....	31	33	64
2.....	10	17	27	14.....	32	35	67
3.....	11	17	28	15.....	22	35	57
4.....	13	13	26	16.....	20	31	51
5.....	13	16	29	17.....	22	35	57
6.....	11	17	28	18.....	22	30	52
7.....	14	14	28	19.....	19	29	48
8.....	20	22	42	20.....	20	23	43
9.....	18	29	47	21.....	20	20	40
10.....	24	31	55	22.....	12	23	35
11.....	23	37	60	23.....	16	19	35
12.....	28	37	65	24.....	24	19	43
				Totaux..	455	603	1058

Enfin, contrairement à la déclinaison, les perturbations, abstraction faite de leur signe, sont plus fréquentes le jour que la nuit.

En groupant séparément les heures de jour (7<sup>h</sup> à 18<sup>h</sup>) et les heures de nuit (19<sup>h</sup> à 6<sup>h</sup>), on trouve 645 observations troublées pour le premier groupe, et 413 pour le second.

	19 <sup>h</sup> à 6 <sup>h</sup> .	7 <sup>h</sup> à 18 <sup>h</sup> .	Total.
Perturbations en augmentation.....	179	276	455
» en diminution.....	234	369	603
Totaux.....	413	645	1058

*Composante verticale.* — Les variations de la composante verticale étant moins sensibles que celles de la déclinaison et de la composante horizontale, il est

plus difficile de choisir, même arbitrairement, l'écart à partir duquel les observations peuvent être considérées comme perturbations. Nous nous abstenons donc, cette année encore, de citer des chiffres. Le travail a été fait avec 0,0001, mais ce chiffre trop faible donne un nombre de perturbations très élevé; toutefois, le nombre total des observations troublées paraît présenter un minimum vers les premières heures du jour, et un maximum vers 19<sup>h</sup>. En tenant compte de leur sens, on trouve que les observations troublées sont sensiblement en nombre égal de part et d'autre de la moyenne horaire.

## VII. — RÉSUMÉ.

Sur les registres originaux, la déclinaison, la composante horizontale et la composante verticale ont été calculées pour chaque heure, d'après les courbes relevées au magnétographe; nous ne publions ici, pour chacun de ces éléments, que quatre observations par jour, à six heures d'intervalle à partir de 0<sup>h</sup>, et la moyenne diurne déduite des vingt-quatre observations horaires. Les heures sont comptées en temps civil, de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

Dans les cas très rares où une portion de courbe a fait défaut, on y a suppléé au moyen d'une interpolation, par comparaison avec les courbes relevées simultanément à l'observatoire de Perpignan, par M. le Dr Fines. Les nombres ainsi obtenus sont marqués d'un astérisque.

Outre les quatre observations dont il vient d'être parlé, les Tableaux relatifs à la déclinaison contiennent les minima et maxima diurnes considérés comme *réguliers*, avec l'indication de l'heure à laquelle ils se sont produits; cette heure est notée en fraction décimale.

La déclinaison est exprimée en minutes et dixièmes de minute; les deux composantes, en unités C. G. S.

Les Tableaux mensuels se terminent par une colonne intitulée : *Remarques*, dans laquelle on a indiqué l'aspect général des courbes pour chaque jour.

Des Tableaux annuels donnent ensuite, pour la déclinaison, les deux composantes et l'inclinaison, les écarts avec la moyenne horaire mensuelle correspondante. Les écarts moyens mensuels de la déclinaison sont la différence entre les moyennes des minima et les moyennes des maxima diurnes réguliers; pour les deux composantes, les écarts sont exprimés en unités du cinquième ordre.

L'inclinaison a été calculée au moyen de la formule

$$\text{tang } I = \frac{Z}{H};$$

les écarts publiés dans le dernier Tableau ont été déduits des valeurs horaires mensuelles de cet élément, calculées comme il vient d'être dit.

*Déclinaison.* — Dans l'oscillation principale, le minimum se produit, en 1885, un peu après 8<sup>h</sup>; le maximum, vers 13<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>. L'heure de ce maximum est assez constante; mais le minimum a lieu entre 7<sup>h</sup> et 8<sup>h</sup> en été, et un peu avant 9<sup>h</sup> pendant les mois d'hiver. L'amplitude de l'oscillation principale atteint son maximum en juin (13',3), et son minimum en décembre (4',3); la moyenne des douze mois est de 9',7. Dans l'oscillation de nuit, le minimum se produit vers 0<sup>h</sup>, et le maximum vers 3<sup>h</sup>; l'amplitude de cette oscillation est seulement de 0',4. Nous avons vu que pendant la nuit les perturbations ont généralement pour effet de diminuer la déclinaison; il s'ensuit qu'en hiver, alors que la variation diurne est très faible, le minimum de nuit est quelquefois plus accentué que le minimum du matin.

La valeur absolue de la déclinaison en 1885, déduite de toutes les observations horaires, est de 16° 6',9, soit une diminution de 6',3 sur la valeur de cet élément en 1884.

*Composante horizontale.* — En 1885, la composante horizontale, d'après la courbe annuelle, est minimum un peu après 10<sup>h</sup>; elle augmente ensuite, d'abord rapidement jusqu'à 14<sup>h</sup>, puis plus lentement jusque vers 19<sup>h</sup>; elle reste alors stationnaire jusqu'à 3<sup>h</sup>, passe par un maximum vers 5<sup>h</sup>, et diminue ensuite régulièrement jusqu'au moment du minimum. Pendant les mois d'été, le maximum tombe le soir, vers 19<sup>h</sup>, tandis qu'en hiver on le trouve de 6<sup>h</sup> à 7<sup>h</sup>. Le minimum a lieu entre 9<sup>h</sup> et 10<sup>h</sup> en été, et entre 11<sup>h</sup> et midi dans la saison d'hiver. La variation diurne de la composante horizontale est maximum en juin (0,00043) et minimum en décembre (0,00013); la moyenne annuelle est de 0,00029, ce qui correspond à  $\frac{149}{100000}$  de la composante.

La valeur absolue de la composante horizontale en 1885, déduite de toutes les observations horaires, est de 0,19427, en augmentation de 0,00016 sur la valeur de cet élément en 1884.

*Composante verticale.* — En 1885, la composante verticale est minimum un peu avant 12<sup>h</sup>; elle se relève d'abord rapidement jusque vers 15<sup>h</sup>, puis plus lentement jusqu'au moment du maximum, qui se produit vers 18<sup>h</sup>; elle diminue ensuite assez régulièrement jusqu'à 2<sup>h</sup>, se tient stationnaire vers sa valeur moyenne jusqu'à 8<sup>h</sup>, puis continue de diminuer jusqu'au moment du minimum. L'amplitude de l'oscillation est maximum en mai (0,00039) et minimum en janvier (0,00010); la moyenne annuelle est de 0,00023, nombre qui correspond à  $\frac{55}{100000}$  de la composante. L'oscillation de nuit, très faible d'ailleurs, n'est appréciable que pendant les mois de la saison chaude.



La valeur absolue de la composante verticale en 1885 est de 0,42198, soit une diminution de 0,00030 sur l'année précédente.

*Inclinaison.* — Les valeurs moyennes horaires de l'inclinaison ont été déduites de celles des deux composantes, au moyen de la relation indiquée plus haut. La courbe annuelle met en évidence une oscillation diurne unique. Le maximum a lieu en moyenne à 10<sup>h</sup>; en hiver on le trouve seulement entre 11<sup>h</sup> et 12<sup>h</sup>, tandis qu'en été il se produit vers 8<sup>h</sup>. L'inclinaison diminue ensuite lentement, et passe par un minimum vers 5<sup>h</sup>. L'amplitude de l'oscillation diurne est de 2',4 en juin, et de 1',2 seulement en mars; la moyenne annuelle est de 1',7.

La valeur absolue de l'inclinaison en 1885 est de 65° 16',8, en diminution de 1',6 sur la valeur de cet élément en 1884.

*Force totale.* — La force totale T a été calculée au moyen de la formule

$$T = \frac{H}{\cos I}.$$

Cet élément est soumis à une double oscillation diurne. Dans l'oscillation principale, le minimum en 1885 tombe vers 11<sup>h</sup>, et le maximum vers 19<sup>h</sup>. L'amplitude de cette oscillation est de 0,00046 en mai, et de 0,00011 seulement en décembre; la moyenne annuelle est de 0,00029, nombre qui correspond à  $\frac{62}{100000}$  de la force. L'oscillation secondaire est à peine sensible: le minimum se produit vers 3<sup>h</sup> et le maximum vers 5<sup>h</sup>.

La valeur absolue de la force totale en 1885 est de 0,46455, soit une diminution de 0,00023 sur la valeur de cet élément en 1884.

