

Smithsonian Deposit.

**OBSERVATOIRE DE ZI-KA-WEI**

*près Chang-hai (Chine.)*

RECHERCHES

sur les

**Variations des Vents**

de

**ZI-KA-WEI,**

D'APRÈS LES OBSERVATIONS FAITES DE 1873 À 1877.

par

le **P. M. DECHEVRENS,**  
*de la Compagnie de Jésus.*

LIBRARY  
  
N.O.A.A.  
U S Dept of Commerce

LIBRARY  
WEATHER BUREAU  
  
4845



**ZI-KA-WEI**

*Typographie de la Mission Catholique  
à l'Orphelinat de Tou-sè-wè.*

1877.

ac  
940  
.C62  
D43  
1877

**National Oceanic and Atmospheric Administration**

**Environmental Data Rescue Program**

**ERRATA NOTICE**

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages  
Faded or light ink  
Binding intrudes into the text

This document has been imaged through the NOAA Environmental Data Rescue Program. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or [www.reference@nodc.noaa.gov](mailto:www.reference@nodc.noaa.gov).

Lason, Inc.  
Imaging Subcontractor  
Beltsville, MD  
December 20, 2000

# DES VENTS

À

ZI-KA-WEI

---

OBSERVATOIRE	Longitude	7. 56. 24' E. de Paris.
	Latitude	31.° 12' 30' N.
	Altitude	7 mètres environ.

---

Une première étude des phénomènes météorologiques observés à Zi-ka-wei a été présentée en 1876 à la Société météorologique de France et a été publiée dans le tome XXIV<sup>me</sup> de son *Annuaire*. Déjà j'y donnais un premier aperçu des deux variations diurne et annuelle de la direction du vent à cette station : c'étaient les résultats de deux années d'observations anémométriques. Les observations qui ont suivi, celles de 1876 et de 1877, me paraissent aujourd'hui si bien confirmer les résultats obtenus en 1874 et 1875, que je me décide à traiter la question plus au long dans ce nouveau mémoire.

Il y a à peine un mois, je recevais de Calcutta la collection des documents météorologiques publiés par le gouvernement de l'Inde anglaise sous la direction de M. Blandford. Je fus agréablement surpris d'y trouver une importante discussion du point qui va faire l'objet de cette étude. Le savant directeur du *météorological office* de Calcutta a reconnu, pour cette région, une réelle variation diurne de la direction du vent; mais forcé de rattacher ce phénomène à celui des brises de terre et de mer, ses conclusions, comme du reste plusieurs circonstances importantes du phénomène, s'écartent de celles que j'ai tirées des observations faites à Zi-ka-wei et publiées dans les différents Bulletins mensuels de l'année 1877. Néanmoins sa discussion si intéressante prouve que je ne me suis point fait illusion sur la réalité d'un phénomène qui est peut-être plus général qu'on ne croit et m'encourage à poursuivre de mon côté ces mêmes recherches, importantes au point de vue de la météorologie générale et de la navigation dans cette partie des mers de Chine.

Deux instruments enregistreurs, l'un de la direction, l'autre de la vitesse du vent, fonctionnent à l'Observatoire de Zi-ka-wei, le premier depuis les derniers mois de l'année 1873, le second depuis le milieu de l'année 1874. Celui-ci est l'anémomètre du météorographe du R. P. Secchi, celui-là un petit appareil construit ici même et qui ne laisse presque rien à désirer dans sa forme actuelle sous le rapport de l'exactitude et de la sensibilité.

Cet enregistreur de la direction du Vent est d'une grande simplicité. La tige de la girouette descend jusque dans une chambre située immédiatement au-dessous de la plate-forme de l'Observatoire. A cette tige est fixée une roue dentée en cuivre qui engrène avec une autre roue absolument semblable montée sur un axe vertical en fer. Sur cette seconde roue repose un cylindre en bois de 15 centim. de diamètre et de 30 centim. de hauteur, qui s'y trouve retenu simplement par trois pointes pénétrant dans trois trous pratiqués sur les rayons de la roue. Ce cylindre tourne donc avec la girouette et fait un tour pour une rotation complète du vent. Si par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlogerie quelconque on fait descendre un crayon devant le cylindre et dans le sens d'une génératrice, les traces qu'il laissera sur le papier dont on aura chaque jour enveloppé le cylindre, indiqueront avec la plus minutieuse exactitude les moindres mouvements de la girouette à tous les instants de la journée. Telle est notre enregistreur de la direction du vent, auquel depuis 4 années nous avons emprunté les résultats étudiés et publiés précédemment et surtout ceux, plus complets, qui sont entrés dans les Bulletins mensuels de 1877.

L'enregistreur des révolutions de l'anémomètre dans le météorographe-Secchi, tel que l'a modifié le constructeur, M. Brassart à Rome, est double et les deux méthodes ne sont pas également bonnes. C'est d'abord un cadran totaliseur devant lequel se meut une aiguille dont une rotation entière correspond à 300 kilomètres parcourus par le vent. Cette aiguille, étant en communication très-exacte avec une roue d'échappement commandée par l'électro-aimant de l'anémomètre, indique réellement le chemin fait par le vent entre deux instants déterminés. Le second mode d'enregistrement se fait par un crayon qui laisse des traces sur le tableau du météorographe. A la fin d'une journée,

si on fait la somme des traces obtenues à chaque demi-heure et qu'on la compare au nombre de Kilomètres indiqués par l'aiguille du cadran, il n'y a pas concordance et ce désaccord d'un jour à l'autre n'est pas constant : toujours le chemin calculé par les traces du crayon est plus petit que celui qu'indique le cadran. Voici la cause de ces erreurs.

Le chariot porte-crayon est tiré par une chaînette d'acier qui va s'enrouler sur une petite roue à gorge placée parallèlement à la dernière roue de l'engrenage qui fait mouvoir l'aiguille du cadran des Kilomètres. Cette dernière roue est dentelée en forme de scie circulaire et la roue à gorge porte sur le bord de son plan une petite pièce de fer qui, en s'appuyant sur les dents de l'autre roue, permet à la chaînette de s'enrouler et de tirer le chariot. Un mécanisme spécial en relation directe avec l'horloge qui fait descendre le tableau, dégage toutes les demi-heures la roue à gorge et un ressort à boudin, qui s'était tendu pendant l'enroulement de la chaînette, se détend alors et ramène la roue et le chariot à leur point de départ; puis la roue est repoussée contre la roue à dents et la pièce de fer de la première s'engage de nouveau entre deux dents pour recommencer une nouvelle rotation. Ce mécanisme, tres-ingénieux du reste, demanderait peu de chose pour donner de très-bons résultats. Que le constructeur multiplie les dents de la roue motrice plus qu'il ne l'a fait dans l'appareil que nous avons et les indications du crayon et du cadran se rapprocheront en proportion de leur nombre. On le conçoit, en effet, il n'est pas impossible, c'est même le cas ordinaire, que la pièce de fer de la poulie à gorge, quant celle-ci après avoir été libérée et s'être détendue a été repoussée contre la roue à dents, ne rencontre pas exactement le fond de la dent dont le contact devra l'entraîner; de là repos de la poulie et par conséquent du crayon jusqu'à l'instant de ce contact. L'intervalle de deux dents est tel qu'il n'est parcouru qu'après 150 battements environ de l'électro-aimant, ce qui correspond à 1500 mètres de vent. Les erreurs tenant à cette seule cause sont indépendantes évidemment de la vitesse du vent; elles doivent donc être plus sensibles par les vents faibles : c'est ce qu'a reconnu et démontré M<sup>r</sup>. Blandford dans le mémoire dont j'ai parlé plus haut et pour lequel il avait mis à profit les tableaux d'un météorographe absolument semblable au nôtre, possédé par le Collège des Jésuites de Calcutta. Mais le savant directeur du météorological Office de Calcutta s'est contenté d'attribuer ces erreurs, mises en évidence par des comparaisons avec les résultats d'autres anémomètres, aux frottements considérables qui existeraient dans le moulinet de Robinson adapté au météorographe-Secchi. Ces frottements sont réels : il y a là évidemment une source d'erreurs; mais on peut les atténuer considérablement en substituant, par exemple, comme j'ai fait, un simple fragment de ressort de montre très-flexible à l'épaisse lame de cuivre destinée à servir de transmetteur et d'interrupteur à la fois du courant électrique. Dans tous les cas, les inconvénients de ce système mécanique sont grands et la majeure partie des différences que l'on constate entre cet anémomètre et les autres trouve là son explication et sa raison d'être.

Maintenant j'ajoute que ce grave défaut de notre appareil, n'a jusqu'ici influé en rien sur les résultats publiés dans les différents bulletins de l'Observatoire de Zi-Ka-wei. En 1875 et 1876, les observations n'étaient faites que de trois en trois heures et c'est toujours le cadran des Kilomètres qui a été consulté à chaque observation. Pour ce qui regarde l'année 1877, mon intention ayant été de publier heure par heure les vitesses du vent en même temps que sa direction, j'ai eu dès le commencement à me prémunir contre les erreurs inhérentes à ce système enregistreur, erreurs que depuis longtemps nous avions déjà reconnues. J'avoue que je n'ai rien trouvé de mieux à faire que de continuer la méthode des années précédentes, c'est-à-dire, de consulter le cadran des Kilomètres à chaque heure de la journée, depuis 4 h. du matin, jusqu'à 10 h. du soir. Quant aux vitesses du vent pendant les six heures de la nuit, je les ai forcément déduites des traces du tableau du météorographe, mais toujours je les ai corrigées à l'aide des deux observations de 10 h. du soir et de 4 h. du matin faites au cadran, observations dont la différence me donnait exactement le chemin parcouru par le vent durant ces six heures; de plus je consultais aussi les feuilles de la direction du vent sur lesquelles il est encore aisé de reconnaître aux oscillations de la girouette à quel moment ont soufflé les vents forts et les vents faibles. Avec ces précautions, je crois être arrivé à une suffisante exactitude et je puis présenter aujourd'hui avec confiance les importants résultats de nos observations anémométriques.

J'ai tenu à entrer dans tous ces détails préliminaires, afin de prévenir le reproche qui aurait pu m'être adressé par ceux qui connaissent l'appareil enregistreur de m'appuyer mes conclusions que sur des observations en partie défectueuses. J'ajoute cependant, pour rester dans la vérité, que les grands appareils, tels que les a conçus et fait exécuter le R. P. Secchi, ne méritent pas le reproche que je fais au nôtre, qui n'en est qu'une réduction. Dans les dessins, publiés par l'auteur dans le Bulletin météorologique de l'Observatoire du Collège Romain, la roue motrice, qui est le point critique de l'anémomètre enregistreur, porte dans son grand appareil un nombre considérable de petites dents, ce qui rend, comme je l'ai dit plus haut, presque toute son exactitude à ce système d'enregistrement mécanique.

## CHAPITRE I

## VARIATION ANNUELLE DE LA DIRECTION ET DE L'INTENSITÉ DU VENT.

## § 1. — DIRECTION.

La distribution des vents à Zi-ka-wei dans les différents mois de l'année est assez simple. Il n'y a pas de vent dominant à proprement parler. Car la *résultante générale* qui peut avoir dans certaines années une direction essentiellement différente de l'ensemble des directions particulières propres à chaque mois (*Voir tableaux I et II et planche I, fig. 1.*), ne peut pas être appelée de ce nom: la nommer ainsi serait faire croire à l'existence normale d'un courant d'air venant en excès de cette direction et ce courant d'air n'existe pas ou n'existe pas toujours. Ainsi en 1877, la résultante générale de tous les vents qui ont soufflé est N. 61° E. et l'excès d'air qui serait venu de cette direction serait de plus de 18000 Kilomètres et cependant on chercherait en vain dans la courbe de la direction et de la vitesse pour cette année un courant effectif et surtout dominant dans cette direction. Toutefois si l'on considère plusieurs années ensemble (*pl. I, fig. 2.*), cette résultante prend un corps dans la courbe, mais il reste toujours vrai qu'elle est plus géométrique que météorologique. Voici les valeurs qui ont servi à construire les courbes de la *planche I.*

Pour l'année 1877 en particulier on a fait entrer la vitesse propre de chacun des vents dans l'évaluation de la résultante; dans le calcul des moyennes mensuelles des 5 années écoulées depuis 1873, on n'a tenu compte que de la direction et de la durée absolue de chacun de ces mêmes vents, cette durée étant rapportée à 1000 heures par mois.

Tableau I. — ANNÉE 1877.

Variation mensuelle de la direction et de l'intensité résultantes du vent.

Mois.	Direction.		Intensité.	Mois.	Direction.		Intensité.		
Janvier.	N	0,3	E	5613,0	Juillet.	S	49,4	E	3650,3
Février.	N	32,0	W	4365,7	Août.	S	82,4	E	4656,6
Mars.	N	36,7	W	1634,0	Septembre.	N	66,6	E	1455,8
Avril.	S	26,8	E	5744,0	Octobre.	N	38,2	W	1948,8
Mai.	S	57,8	E	7130,7	Novembre.	N	4,6	E	3550,3
Juin.	S	61,2	E	4740,2	Décembre.	N	13,3	W	6418,4

Résultante annuelle: N. 60°. 57' E. — 18203 Kilm.

Les moyennes des cinq années ont été corrigés au moyen de la formule de Bessel; j'ai de plus, pour pouvoir tracer la courbe (*fig. 3.*) avec beaucoup d'exactitude, calculé un terme intermédiaire en donnant à  $n$  les valeurs successives 0,.....0,5,.....1,.....1,5,.....etc. Les deux équations des composantes sont les suivantes:

$$\begin{aligned} \text{(Composante N — S)} \quad x' &= 136,6 + 447,8 \sin (n 36^\circ + 118,14') + 72,9 \sin (n 60^\circ + 322,46') + 103,5 \sin (n 90^\circ + 53^\circ 20') \\ \text{(Composante E — W)} \quad x'' &= 244,8 + 271,6 \sin (n 36^\circ + 283,3') + 59,9 \sin (n 60^\circ + 204,28') + 40,7 \sin (n 90^\circ + 66^\circ 5') \end{aligned}$$

Tableau II. — ANNÉES 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877.

Composantes du mouvement mensuel de l'air à Zi-ka-wei.

Mois.	Observées.				Calculées.					
	N (+)	S (-)	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)	E (+)	W (-)		
Janvier.	+	682	-	95	+	570	-	37	+	8
Février.	+	428	+	90	+	462	+	390	+	111
Mars.	+	173	+	184	+	140	-	1	+	177
Avril.	-	134	+	310	-	93	-	146	+	344
Mai.	-	291	+	505	-	189	-	234	+	473
Juin.	-	182	+	466	-	322	-	381	+	472
Juillet.	-	433	+	402	-	365	-	301	+	418
Août.	-	81	+	443	-	133	+	67	+	421
Septembre.	+	272	+	394	+	278	+	469	+	410
Octobre.	+	395	+	271	+	454	+	437	+	255
Novembre.	+	375	-	5	+	406	+	418	+	28
Décembre.	+	465	-	26	+	450	+	520	-	80

Résultante générale: N. 137 — E. 245 (sur 1000 h.)

L'existence de deux grands courants atmosphériques se partageant l'année ressort manifestement de la seule inspection de ces deux tableaux : un courant venant du Nord et oscillant entre le NNW. et le NE. pendant les mois d'hiver et un courant venant du Sud dans la direction à peu près constante du SE. durant tout l'été ; le premier est connu sous le nom de *Courant polaire*, l'autre sous celui de *Courant équatorial*.

Cette succession de deux courants opposés, si tranchée, si régulière à Zi-ka-wei, met cette contrée en dehors de la région de l'Alizé de NE. proprement dit. Et cependant, à ne considérer que la résultante générale annuelle des vents, la limite de l'Alizé de NE. pourrait et devrait être reportée plus au N. que le 31<sup>me</sup> degré de latitude : on se tromperait donc si l'on ne voulait pas analyser le phénomène, si l'on se contentait des résultats d'un calcul purement théorique. Les vents de NE. ont certainement une grande force dans le courant de l'année et principalement pendant deux ou trois mois ; mais, je le répète, dans certaines années, comme en 1877, le courant polaire, qui alors est excessivement froid, peut souffler avec une constance et une force désespérantes du NNW. et même du NW. pendant toute la saison d'hiver, et toujours, sans exception, la saison d'été voit régner le courant équatorial se rapprochant plus ou moins du S., tout en se maintenant habituellement du côté de l'E.

Voici donc l'ordre dans lequel se succèdent à Zi-ka-wei les diverses phases de ces deux courants généraux.

En Janvier, le vent souffle toujours du NNW. ; en Février ainsi qu'en Mars, il vient plus généralement du NNE. Déjà en Avril il est descendu au-dessous de l'E. ; en Mai, il est franchement SE. Juin, qui est le mois des grandes pluies, le voit remonter un peu vers l'E., pour revenir au SE. en Juillet. Au mois d'Août commence à s'effectuer le changement des courants, changement qui est complet en Septembre ; le vent alors souffle du NE. où il se maintient encore en Octobre ; puis il continue sa rotation, et en Novembre et Décembre le courant polaire désormais établi descend tantôt du NNE., tantôt du NNW., beaucoup plus froid quand il a cette dernière direction.

Il serait utile de rechercher par quel côté du méridien s'opère la transition d'un courant à l'autre à la fin de l'hiver, vers l'équinoxe de printemps ; car pour le changement inverse, à la fin de l'été, il n'y a pas le moindre doute : la rotation à cette époque s'accomplit évidemment de droite à gauche, du SE. au NE. par l'E., c'est-à-dire contrairement au mouvement diurne du soleil. Il me semble que pour résoudre la question on peut considérer la courbe de la variation mensuelle de la direction du vent en 1877 (*pl. I. fig. 1.*) et même celle, plus générale, des 5 années d'observations (*fig. 3*). Dans cette dernière courbe, il est clair que la durée des vents généraux d'E. est moindre dans la première partie de l'année que dans la seconde, ce qui s'explique par une plus grande abondance des vents généraux d'Ouest de Décembre à Avril que pendant les autres mois de l'année. De plus la courbe de 1877 (*fig. 1.*) me semble ne laisser aucun doute à cet égard. La rotation, lors du premier changement des courants, se ferait encore par la gauche comme à l'époque du changement inverse ; seulement parce que les vents d'W. et de SW. n'ont qu'une très-faible intensité à Zi-ka-wei, comme on le verra plus loin, leur action est plus dissimulée et le changement plus brusque.

Pourquoi cette giration rétrograde ? L'explication, je crois, est facile à donner : elle découle de la situation respective du continent et de la mer. A l'Ouest, une immense contrée comprenant presque toute la Chine proprement dite et n'offrant pas de barrière sérieuse, jusqu'aux monts Himalaya, aux courants atmosphériques venant de l'intérieur ; à l'Est, une mer non moins vaste, plus vaste encore s'étendant jusqu'à l'Amérique et à l'Océanie, telle est cette situation éminemment propre à voir s'engendrer un phénomène qui naît du contraste même des causes qui produisent les courants atmosphériques. Pendant les mois froids l'air doit affluer de la Sibérie d'Asie et des vastes déserts qui bornent la Chine au Nord et à l'Ouest. Ces mêmes contrées, incultes pour la plupart, subissent graduellement l'action brûlante du Soleil quand il est entré dans l'hémisphère nord ; voilà pourquoi le vent, en été, se précipite avec force dans leur direction. Il est donc naturel que la rotation des courants s'effectue par la gauche, c-à-d. par le continent d'abord et se termine ensuite par la mer.

On pourra, se faire une idée plus exacte du phénomène quand on aura sous les yeux le tableau des variations mêmes du vent dans tous leurs détails. Je choisis les valeurs observées en 1877, comme étant les plus complètes et très-propres à ce but.

Planche 1.

Année 1877.

non corrigée.

Publication mensuelle de la direction et de l'administration des postes  
à Xi-An-Mei

Observés

de 1873 à 1877.

Conçus au moyen de la formule de Laplace.

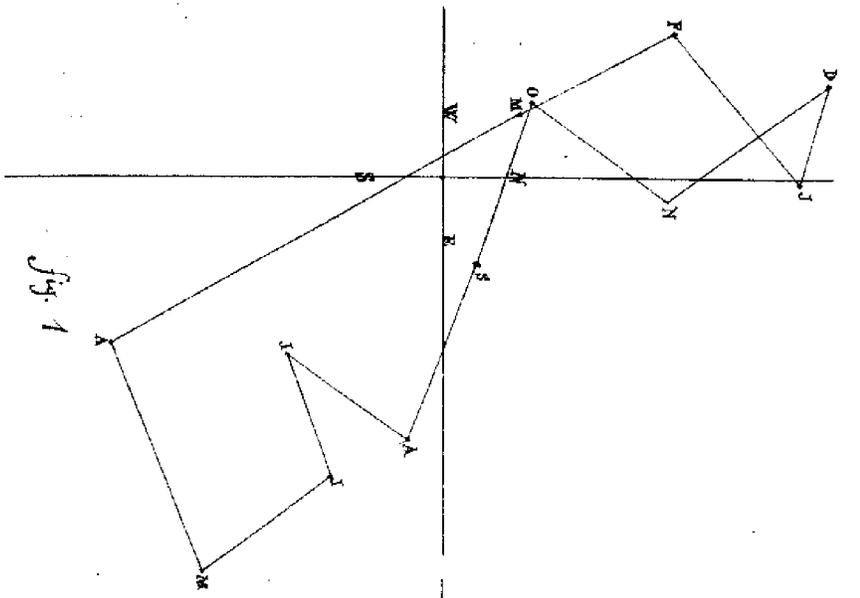


fig. 1

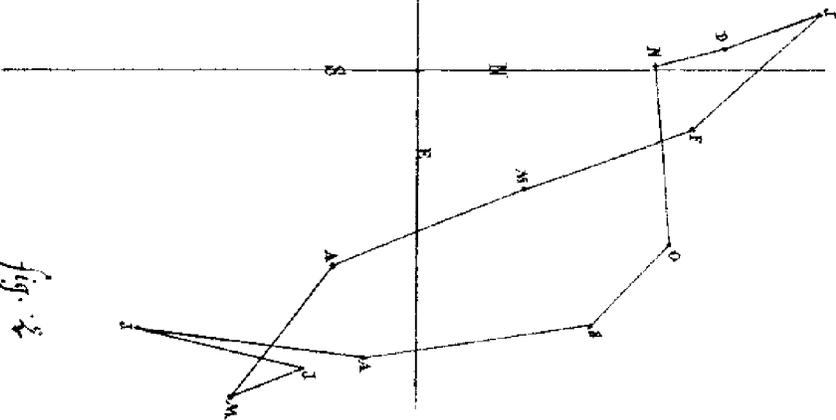


fig. 2

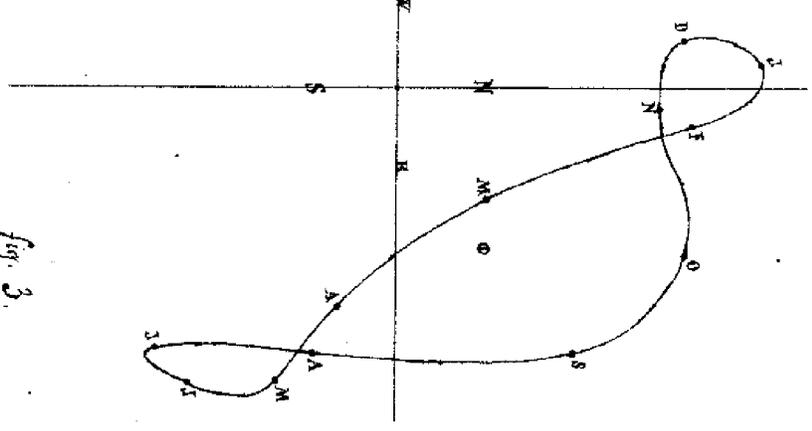


fig. 3.

Originals of the Mission and of the Office (Beijing)

Planche II

Variation diurne de la direction du Vent, à La Ha. Ha. (1873-1877)

Janvier, Février, Mars - Courant polaire  
 Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre - Courant équatorial

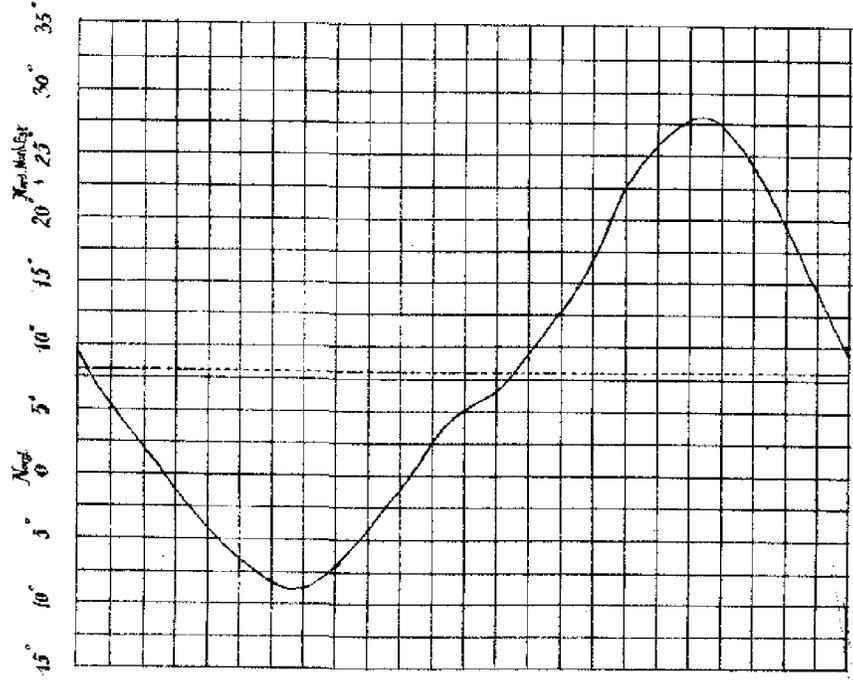


fig. 4.

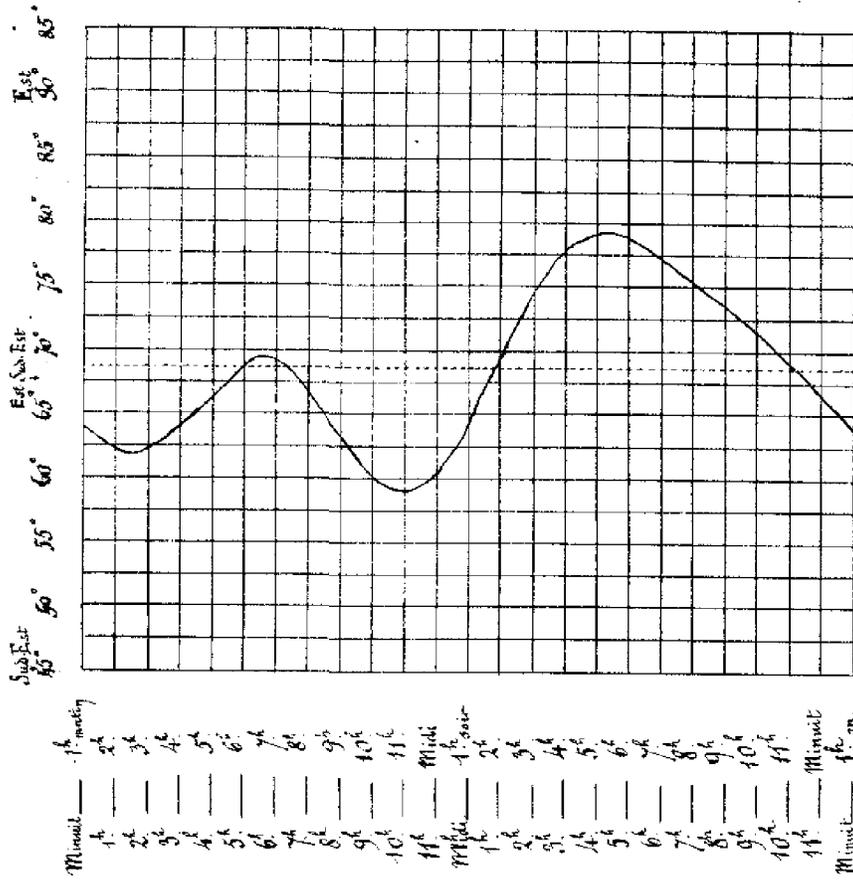


fig. 5

Anges de la Marine aux Antilles (rapport de l'Amir. 1874)

Tableau III. — Durée absolue, en heures, de chacun de 16 vents principaux en 1877.

Mois.	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Janvier.	114	70	24	110	48	24	28	11	14	1	4	2	4	30	128	135
Février.	92	38	19	5	6	22	37	40	25	12	19	16	22	76	168	124
Mars.	57	27	23	30	38	44	52	64	50	32	6	13	15	54	109	84
Avril.	37	17	16	23	30	59	108	153	91	37	19	25	24	9	25	31
Mai.	30	48	30	50	49	125	184	94	28	23	8	5	8	16	29	14
Juin.	26	74	57	51	89	85	78	97	35	17	12	22	8	2	12	13
Juillet	21	54	61	61	37	47	81	151	69	21	5	6	17	34	27	22
Août.	54	43	43	46	127	63	59	90	29	4	1	7	12	32	43	39
Septembre.	67	51	46	59	75	78	53	42	15	12	20	25	25	34	41	33
Octobre.	40	47	37	43	84	90	35	20	11	7	32	54	37	81	92	34
Novembre.	101	38	41	36	69	73	43	11	10	5	9	4	12	64	81	140
Décembre.	139	63	68	34	12	20	25	10	5	0	2	3	5	93	135	180
Sommes.	778	570	465	551	646	734	778	792	382	171	128	182	189	472	830	839

Les vents les moins fréquents à Zi-ka-wei sont ceux d'W. dans les parties S.; immédiatement après viennent les vents d'entre N. et E. quoiqu'ils aient la bonne fortune de figurer, même en 1877, parmi les vents dominants et résultants, si l'on veut s'en tenir au calcul. On peut justement remarquer la faible proportion des vents de S. proprement dits, à côté des énormes masses d'air venues du SSE. Enfin les vents d'entre le N. et le NW. ont été, cette année, manifestement les plus fréquents, ce qui n'a pas toujours lieu.

### § 2. — INTENSITÉ.

Nous venons de constater que la durée du vent dans la direction de la résultante générale n'est pas en proportion de l'importance que le calcul tend à lui attribuer: il en est de même de son intensité. Les vents les plus forts, les vents dominants, ceux dont le passage a le plus d'influence sur le climat de notre contrée, sont presque diamétralement opposés; une légère prédominance des vents d'E. sur les vents d'W., reporte la résultante générale à l'Orient sur une direction intermédiaire à celle des vents principaux: c'est l'inconvénient des moyennes qui souvent masquent les phénomènes et parfois, comme dans le cas actuel, en font découvrir où il n'en existe pas réellement (voir *Planche I.*) Les tableaux suivants sont très-instructifs à cet égard: ils concernent tous les observations de l'année 1877.

Tableau IV. — Chemin total et vitesses moyennes pendant chaque mois, en 1877.

Mois.	Chemin.	Vitesse horaire.	Vitesse diurne.	Mois.	Chemin.	Vitesse horaire.	Vitesse diurne.
	Km	Km	Km		Km	Km	Km
Janvier.	10323,2	13,9	333,0	Juillet.	11636,1	15,6	375,6
Février.	9989,0	14,9	356,7	Août.	8479,8	11,4	273,5
Mars.	8438,7	11,3	273,2	Septembre.	3674,8	7,9	189,1
Avril.	11173,2	15,5	373,2	Octobre.	8532,9	11,5	275,0
Mai.	11958,0	16,1	385,7	Novembre.	9774,3	13,6	325,8
Juin.	10024,7	13,9	334,1	Décembre.	9865,6	13,3	318,2

### RÉSUMÉ.

Saisons.	Chemin.	Vitesse horaire.	Vitesse diurne.
	Km	Km	Km
6 mois froids	56923,7	13,1	313,5
6 mois chauds	58938,6	13,4	321,8
Année	115862,3	13,2	317,6

L'intensité du courant équatorial est plus grande que celle du courant polaire; le maximum de vitesse s'est rencontré en Mai, le minimum en Septembre. L'époque des deux équinoxes, qui est le moment où les courants dominants se succèdent mutuellement, est un époque de calme relatif. Bien que les directions générales de ces deux courants soient inclinées l'une sur l'autre, comme on le verra plus bas, et qu'il y ait par conséquent tendance à des mouvements cycloniques, du genre des typhons, ou sait que ce n'est point dans ces parages qu'il sont le plus fréquents et le plus à craindre. La mer du Japon, la mer de la Chine et le Golfe du Tonquin sont plus souvent visités par ces terribles météores que les eaux de Chang-hai et l'embouchure du Yang-tse-kiang.

Un détail curieux à noter m'est suggéré par ces chiffres. Notre anémomètre fait une révolution pour 10 mètres de chemin parcourus par une molécule d'air : il suit de là que, dans l'année 1877, le nombre total des révolutions de l'anémomètre s'est élevé au chiffre énorme de 11 586 230; c'est aussi le nombre des battements de l'électro-aimant enregistreur.

Le tableau suivant contient les vitesses horaires moyennes du vent pendant les années 1875, 1876, 1877 et les moyennes générales. On y reconnaîtra les mêmes mouvements de l'atmosphère aux mêmes époques.

Tableau V. — Moyennes vitesses du vent pendant les années 1875, 1876 et 1877.

Mois	1875	1876	1877	Moyennes.	Mois	1875	1876	1877	Moyennes.
	Km	Km	Km	Km		Km	Km	Km	Km
Janvier.	11,5	12,5	13,9	12,6	Juillet.	14,8	13,4	15,6	16,3
Février.	14,4	13,8	14,9	14,4	Août.	11,5	14,6	11,4	13,5
Mars.	17,6	14,9	11,3	14,6	Septembre.	11,5	10,2	7,9	9,9
Avril.	13,7	12,0	15,5	13,7	Octobre.	9,7	7,0	11,5	9,4
Mai.	14,8	13,1	16,1	14,7	Novembre.	7,9	7,9	13,6	9,8
Juin.	13,7	15,0	13,9	14,2	Décembre.	11,3	9,2	13,3	11,3
					Année.	12,7	12,4	13,2	12,8

Le Tableau VI. indiquera comment ces différentes vitesses dans les différents mois de l'année se partagent entre les 16 vents principaux.

Tableau VI. — Vitesses moyennes de chacun des 16 vents principaux, en 1877.

Mois.	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	Km															
Janvier.	10,9	9,1	11,0	14,2	13,7	16,7	10,7	12,3	8,5	3,4	10,7	8,4	13,6	13,4	19,3	13,5
Février.	15,0	9,7	14,6	5,9	7,2	13,1	18,5	19,8	12,9	7,0	7,3	5,5	10,5	16,1	21,1	14,6
Mars.	8,6	8,1	4,3	8,5	7,5	11,2	14,4	14,7	8,8	8,5	10,2	8,7	14,4	16,3	17,1	12,2
Avril.	13,7	5,2	4,1	6,2	10,0	17,2	19,8	21,0	16,4	11,0	9,5	9,7	15,2	7,4	21,5	13,4
Mai.	10,8	11,8	12,4	12,6	15,4	15,0	21,9	18,7	14,6	10,6	5,3	10,1	9,2	11,6	15,3	17,1
Juin.	9,9	12,3	13,0	14,3	14,8	14,5	15,8	18,2	15,1	12,1	12,2	12,6	22,2	17,6	13,0	9,8
Juillet.	11,9	13,2	13,0	11,7	14,2	22,0	16,4	19,0	19,1	11,9	10,0	6,1	10,7	15,3	19,1	16,6
Août.	7,5	9,3	11,5	12,3	15,4	14,7	14,3	14,2	12,5	13,9	10,3	7,4	6,8	9,6	8,4	8,2
Septembre.	8,0	8,0	7,8	7,2	8,8	9,3	7,6	9,2	12,2	7,5	3,0	5,5	12,0	8,2	9,8	7,5
Octobre.	7,9	7,4	7,8	9,1	10,2	9,4	11,4	11,8	11,4	4,7	6,9	7,5	10,4	13,7	22,6	10,5
Novembre.	13,3	10,4	10,5	10,9	12,2	15,1	15,1	14,9	20,1	14,0	6,0	11,4	12,5	20,3	13,3	12,2
Décembre.	13,8	10,3	8,8	10,6	7,1	13,4	17,2	15,5	13,1	0,0	9,5	2,4	7,2	21,0	15,8	13,4
Moyennes annuelles.	10,9	9,6	9,9	10,3	11,4	14,3	15,3	15,8	12,6	8,7	7,9	7,9	12,1	14,4	16,3	12,5

Ce tableau montre que les vents, qui ont eu le plus de durée dans les deux saisons sont aussi ceux dont la vitesse moyenne a été la plus grande. Le maximum de force s'est rencontré avec le NW., c'est-à-dire en hiver et c'est encore de ce côté que nous avons constaté la plus grande persistance des vents. Pourquoi alors l'excès que nous avons trouvé en faveur de l'un des deux courants au bout de l'année n'est il pas à l'actif du courant polaire mais à celui du courant équatorial? La raison est que, pendant l'hiver, le courant polaire oscille entre le NW. et le NE. dont la vitesse est relativement faible, tandis qu'en été le courant se maintient entre le S. et l'E., où les vitesses quoique un peu plus faibles que celle du NW., absolument parlant, sont cependant plus constantes. Les vents d'entre le S. et l'W. sont peu fréquents, on l'a vu plus haut; ils ont aussi une vitesse minimum, ce qui ne leur donne dans le calcul de la résultante qu'une très-médiocre influence. Mais aussi ces mêmes vents, pour le dire en passant, arrivant des parties méridionales du continent asiatique, sont excessivement chauds, ajoutons et excessivement humides et l'on comprendra ce que sont les étés, à Chang-hai, dans les années où les vents de SSW. et de SW. viennent à s'établir pendant des semaines entières, dans les mois de Juillet et d'Août.

Un dernier tableau, sous une forme plus générale, aidera peut-être mieux encore, à faire comprendre les rapports qui existent entre ces deux grands courants atmosphériques. Il y a eu dans quelques mois un certain nombre de journées où le vent, étant extrêmement variable, n'a pu être classé sous les dénominations suivantes.

Tableau VII. — Chemins parcourus pendant l'année 1877.

VENTS.	HIVER.		ÉTÉ.		ANNÉE.	
	Chemin.	Durée.	Chemin.	Durée.	Chemin.	Durée.
N	Km 12650,3	heures 1078	Km 4709,3	heures 455	Km 17365,6	heures 1533
NE	4856,9	532	6012,8	543	10869,7	1075
E	5858,6	514	10422,8	775	16281,4	1289
SE	6124,1	434	19048,9	1197	25173,0	1541
S	2766,0	226	10479,2	638	13245,2	864
SW	1050,3	137	1518,4	167	2568,7	304
W	4358,7	314	2276,0	202	6634,7	516
NW	19470,1	1169	3944,4	317	23314,5	1486

### RÉSUMÉ.

VENTS.	HIVER.		ÉTÉ.		ANNÉE.	
	Chemin.	Durée.	Chemin.	Durée.	Chemin.	Durée.
N	Km 24820,2	heures 1928	Km 9687,9	heures 865	Km 34508,1	heures 2813
E	11349,6	997	22958,6	1600	34308,2	2507
S	6353,2	511	23762,8	1275	27116,0	1786
W	14618,9	967	5007,4	444	19626,3	1411

## CHAPITRE II.

### VARIATION DIURNE DE LA DIRECTION ET DE L'INTENSITÉ DU VENT.

Voici un phénomène qui a jusqu'ici été peu étudié par les météorologistes; aucun traité n'en parle avec quelque détail; quelques-uns même en nient l'existence réelle bien qu'ils en admettent la possibilité théorique. Parmi ceux-ci, M. le contre-amiral Bourgois déclare que cette variation diurne doit être tellement faible qu'elle ne peut qu'échapper à nos moyens d'observation Je crois pouvoir n'être pas de cet avis.

Cette variation diurne de la direction et de la vitesse du vent, je l'ai fait connaître en 1876 dans un Mémoire publié par la Société météorologique de France dans son Annuaire (*Tome XXIV*); de plus, chacun des bulletins mensuels de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei, pendant l'année 1877 contenait une planche où ce phénomène était représenté graphiquement. Quatre années d'observations horaires rendent donc l'existence de cette variation indiscutable pour Zi-Ka-Wei. Elle paraît l'être également dans l'Inde d'après les observations faites à Calcutta par M. Blandford et à Bombay par M. Chambers.

Dans sa généralité, le phénomène consiste en ce que des courants d'air horizontaux dans les régions inférieures de l'atmosphère, sont constamment dirigés vers le lieu du Soleil dans la direction des parallèles terrestres. Par conséquent, pour un même observateur, la girouette doit, avant midi, se tourner ou tendre à se tourner de l'Ouest à l'Est et prendre, après midi, une direction opposée, de l'Est à l'Ouest. Mais comment s'effectue cette rotation du vent, quelles sont les heures intéressantes, que se passe-t-il la nuit, en l'absence du Soleil, comment enfin cette variation se trouve-t-elle modifiée selon la direction du vent dominant dans une journée ou dans une saison, autant de questions compliquées en théorie, mais faciles à résoudre d'après nos observations.

Les courbes de la planche II sont le résumé de 4 années d'observations de 1874 à 1877. Après avoir calculé au moyen de la formule de Lambert la direction résultante du vent aux différentes heures du jour et de la nuit pour

les deux grandes saisons qui se partagent l'année à Zi-Ka-Wei, l'hiver et l'été, pendant lesquelles deux courants presque opposés se succèdent l'un à l'autre et régissent exclusivement, j'ai pointé ces valeurs aux heures correspondantes sur des lignes équidistantes espacées de 5 en 5 degrés de côté et d'autre de la méridienne, à droite de 0 à 90 vers l'Est, à gauche de 0 à 90 vers l'Ouest. En faisant passer une ligne continue par ces 24 points, on obtient une courbe qui, à la rigueur, pourrait suffire à bien établir le phénomène. Mais j'ai tenu à corriger ces résultats en leur appliquant la formule de Bessel. Voici les deux équations d'où ont été tirées les valeurs contenues dans la dernière colonne du tableau VIII intitulée *moyennes calculées* et qui sont représentées graphiquement dans les *fig. 2* et *3* de la *planche II*. Les constantes de ces deux formules ont été déterminées à l'aide des moyennes directions du vent pour les 4 années d'observation.

## HIVER.

$$X_h = 8,00 + 16,26 \sin (n 15^\circ + 167,17') + 2,10 \sin (n 30^\circ + 201,12') + 1,96 \sin (n 45^\circ + 301,16')$$

## ÉTÉ.

$$X_e = 68,50 + 6,57 \sin (n 15^\circ + 184,53') + 5,08 \sin (n 30^\circ + 299,35') + 2,32 \sin (n 45^\circ + 175,18')$$

Les heures où le vent commence à changer de direction, sont :

## HIVER.

Rotation du NW. vers le N. et le NE	.....	<sup>h</sup> 6. <sup>m</sup> 45
Rotation du NE. vers le N. et le NW	.....	7. 20 s.

## ÉTÉ.

Rotation du SE. vers l'ESE	.....	<sup>h</sup> 1. <sup>m</sup> 25	et	<sup>h</sup> 10. <sup>m</sup> 0
Rotation de l'ESE vers le SE	.....	5. 30	et	4. 15 s.

En hiver, avec le courant polaire, la courbe de la direction du vent ne présente que deux rebroussements, deux elongations, l'une occidentale, l'autre orientale. Un intervalle de 12 heures les sépare et elles ont lieu en moyenne au lever et au coucher du soleil. Le vent souffle de sa direction moyenne un peu après minuit et un peu après midi : cette direction est N. 8° E. A partir de minuit la direction du courant tourne du N. vers le NW. et atteint vers 7 h. du matin son elongation occidentale, la direction étant alors N. 10°,5 W. Sans s'arrêter dans cette direction, le vent revient avec la même vitesse de rotation sur ses pas, traverse de nouveau le méridien vers 1 h. de l'après-midi, souffle alors des parties E. et ce n'est qu'après le coucher du soleil, vers 7 h. 30<sup>m</sup> s., qu'il a sa direction orientale maxima N. 29° E. Toujours avec la même allure, il se rapproche ensuite du méridien qu'il rencontrera entre minuit et 1 h. du matin pour recommencer à souffler des parties occidentales de l'horizon.

A ne considérer que cette première variation, cette direction moyenne du vent à très-peu de chose près selon le méridien, e-à-d. parallèle au rivage de la mer, cette symétrie presque absolue des deux parties de la courbe diurne, cette régularité du phénomène dans une saison où ici surtout l'on rencontre rarement les circonstances exceptionnelles qui donnent lieu en d'autres contrées aux brises de terre et de mer, l'intensité du vent qui, comme nous le verrons, atteint en hiver des valeurs très-fortes pendant la nuit, enfin la distance assez considérable qui sépare Zi-Ka-Wei du rivage de la mer (8 à 9 lieues), tout semble s'opposer à une assimilation de ce phénomène avec celui des brises. Mais c'est mieux encore en été.

Dans la saison, où domine le courant équatorial, la direction du vent a dans les 24 heures deux elongations occidentales et deux elongations orientales par rapport à sa moyenne direction qui est S. 68°,5 E. Un peu après le passage du soleil au méridien inférieur la direction du vent, qui a son maximum d'inclinaison sur le méridien (S. 62°,8 E.) commence à se rapprocher de sa position moyenne avec laquelle elle se confond deux fois à deux heures d'intervalle, c'est-à-dire avant et après l'instant où son inclinaison sur le méridien est minimum, vers 5 h. 30<sup>m</sup> (S. 69°, 2 E.) : c'est à peu près le moment du lever du Soleil. Une seconde fois, vers 10 h. du matin, la direction du vent prend une inclinaison maximum sur le méridien (S. 56°, 5 E.) ; puis à midi, il repasse par sa direction moyenne ; un peu après 4 h. du soir, l'angle avec le méridien est de nouveau maximum S. 80° E. ; et enfin à 10 h. du soir c'est encore selon sa moyenne direction que le vent souffle, et ainsi est achevée cette double période de la variation diurne du vent en été.

Cette seconde courbe si différente de la première, cette période semi-diurne en été quand elle est simple en hiver, porterait à croire que le phénomène est soumis à deux lois. Il n'en est rien, nous allons bientôt le constater.

Parmi les courbes graphiques qui accompagnaient le Mémoire présenté à la Société météorologique de France, j'ai donné celles de la variation diurne de la direction du vent déterminée pour les années 1874 et 1875. Ces courbes n'offrent presque aucune différence avec celles de la Planche II du présent mémoire, qui ont été tracées avec les

moyennes de 4 années de 1874 à 1877. Bien plus que l'on compare cette dernière planche avec celle du bulletin météorologique de Juin 1877, qui donne les mêmes courbes calculées seulement pour les six premiers mois de l'année, c'est-à-dire avec les seuls mois de Janvier, Février et Mars pour le courant polaire et les mois de Avril, Mai et Juin pour le courant équatorial; c'est toujours la même variation, le même phénomène, la même loi se traduisant par des courbes dont la régularité et la périodicité sont également remarquables.

Le phénomène est donc réel, on pourrait presque dire qu'il est quotidien et par cela même, si je ne m'abuse, il acquiert une véritable importance.

Voici maintenant les moyennes valeurs des quatre années 1874 — 1877. L'année est divisée en deux périodes correspondant aux deux courants dominants; mais, pour les raisons que j'ai déjà énoncées, je n'ai pas pris la peine de calculer la variation annuelle résultante. Les *fig.* de la Planche II sont les moyennes de ces 4 années pour les deux courants.

Tableau VIII. — Variation diurne résultante de la direction du vent à Zi-ka-wei.

I. — Janvier, Février, Mars, — Octobre, Novembre et Décembre.

HEURES.	COURANT POLAIRE.				MOYENNES.	
	1874.	1875.	1876.	1877.	Observées.	Calculées.
Minuit.	N 0,6 W	N 27,4 E	N 26,2 E	N 13,1 W	N 9,5 E	N 9,15 E
1 h. m.	N 2,8 W	N 20,6 E	N 21,7 E	N 24,2 W	N 4,5 E	N 5,25 E
2 h.	N 8,1 W	N 15,3 E	N 21,5 E	N 23,8 W	N 1,2 E	N 2,12 E
3 h.	N 6,0 W	N 8,7 E	N 13,5 E	N 26,6 W	N 2,6 W	N 0,74 W
4 h.	N 9,9 W	N 4,8 E	N 15,1 E	N 23,5 W	N 3,4 W	N 3,68 W
5 h.	N 10,9 W	N 0,6 W	N 13,7 E	N 22,1 W	N 4,5 W	N 6,25 W
6 h.	N 12,0 W	N 4,0 W	N 12,5 E	N 23,9 W	N 7,3 W	N 8,12 W
7 h.	N 13,5 W	N 5,5 W	N 8,2 E	N 30,7 W	N 10,4 W	N 8,51 W
8 h.	N 8,9 W	N 3,2 W	N 9,1 E	N 27,8 W	N 7,7 W	N 7,12 W
9 h.	N 8,9 W	N 3,7 E	N 11,5 E	N 20,7 W	N 3,6 W	N 4,25 W
10 h.	N 9,8 W	N 8,9 E	N 23,7 E	N 22,4 W	N 0,6 E	N 0,69 W
11 h.	N 3,7 W	N 13,4 E	N 30,4 E	N 21,7 W	N 4,6 E	N 2,66 E
Midi.	N 7,1 W	N 16,8 E	N 23,5 E	N 19,3 W	N 4,7 E	N 5,33 E
1 h. s.	N 3,7 W	N 20,0 E	N 27,2 E	N 15,9 W	N 6,9 E	N 6,55 E
2 h.	N 2,5 W	N 20,8 E	N 26,8 E	N 8,5 W	N 3,2 E	N 9,73 E
3 h.	N 2,5 W	N 20,1 E	N 36,3 E	N 2,6 W	N 11,1 E	N 12,82 E
4 h.	N 2,7 E	N 29,1 E	N 34,5 E	N 1,7 E	N 17,1 E	N 16,95 E
5 h.	N 6,5 E	N 38,6 E	N 35,7 E	N 8,2 E	N 22,0 E	N 21,61 E
6 h.	N 13,9 E	N 41,6 E	N 41,4 E	N 11,4 E	N 27,1 E	N 25,64 E
7 h.	N 17,3 E	N 38,2 E	N 45,4 E	N 13,9 E	N 28,5 E	N 27,79 E
8 h.	N 13,7 E	N 39,0 E	N 43,7 E	N 5,3 E	N 25,5 E	N 27,28 E
9 h.	N 11,2 E	N 32,7 E	N 41,6 E	N 3,3 E	N 23,7 E	N 24,17 E
10 h.	N 10,0 E	N 36,8 E	N 37,1 E	N 3,4 W	N 20,1 E	N 19,33 E
11 h.	N 4,7 E	N 36,6 E	N 32,3 E	N 10,7 W	N 15,7 E	N 13,98 E
Moyennes.	N 1,3 E	N 19,4 E	N 26,6 E	N 13,6 W	N 8,0 E	

II. — Avril, Mai, Juin, Juillet, Août et Septembre.

HEURES.	COURANT ÉQUATORIAL.				MOYENNES.	
	1874.	1875.	1876.	1877.	Observées.	Calculées.
Minuit.	S 55,3 E	S 78,4 E	S 69,0 E	S 51,4 E	S 63,4 E	S 63,71 E
1 h. m.	S 58,3 E	S 79,3 E	S 64,0 E	S 53,4 E	S 62,8 E	S 62,20 E
2 h.	S 58,3 E	S 74,1 E	S 72,7 E	S 56,7 E	S 64,7 E	S 62,39 E
3 h.	S 61,1 E	S 74,2 E	S 72,8 E	S 53,9 E	S 65,5 E	S 64,22 E
4 h.	S 60,9 E	S 89,5 E	S 75,7 E	S 58,2 E	S 68,9 E	S 66,74 E
5 h.	S 62,7 E	S 81,7 E	S 73,2 E	S 57,1 E	S 69,2 E	S 68,61 E
6 h.	S 52,3 E	S 88,6 E	S 78,8 E	S 58,2 E	S 69,0 E	S 68,68 E
7 h.	S 53,3 E	S 86,8 E	S 73,6 E	S 53,6 E	S 66,4 E	S 66,66 E
8 h.	S 49,9 E	S 81,7 E	S 68,1 E	S 52,1 E	S 61,3 E	S 63,34 E
9 h.	S 49,9 E	S 77,8 E	S 63,7 E	S 52,1 E	S 58,6 E	S 60,26 E
10 h.	S 36,7 E	S 78,3 E	S 61,8 E	S 49,1 E	S 56,5 E	S 59,02 E
11 h.	S 45,0 E	S 77,1 E	S 63,2 E	S 51,2 E	S 59,1 E	S 60,50 E
Midi.	S 49,3 E	S 82,3 E	S 66,8 E	S 55,4 E	S 67,1 E	S 64,45 E
1 h. s.	S 61,9 E	S 87,1 E	S 71,6 E	S 56,2 E	S 70,4 E	S 69,66 E
2 h.	S 67,3 E	S 81,8 E	S 71,6 E	S 64,8 E	S 76,5 E	S 74,53 E
3 h.	S 74,7 E	S 76,9 E	S 72,1 E	S 66,1 E	S 79,0 E	S 77,89 E
4 h.	S 81,2 E	S 89,6 E	S 72,0 E	S 67,8 E	S 79,8 E	S 79,02 E
5 h.	S 79,0 E	S 79,7 E	S 71,0 E	S 69,9 E	S 84,0 E	S 78,55 E
6 h.	S 75,0 E	S 85,3 E	S 76,8 E	S 68,1 E	S 77,1 E	S 77,16 E
7 h.	S 74,1 E	S 87,3 E	S 72,8 E	S 65,7 E	S 75,0 E	S 75,48 E
8 h.	S 65,6 E	S 83,0 E	S 73,4 E	S 63,1 E	S 72,3 E	S 73,74 E
9 h.	S 69,4 E	S 79,9 E	S 74,1 E	S 60,5 E	S 71,0 E	S 71,72 E
10 h.	S 87,7 E	S 77,9 E	S 71,3 E	S 52,7 E	S 67,4 E	S 69,22 E
11 h.	S 64,4 E	S 77,2 E	S 70,0 E	S 50,0 E	S 65,0 E	S 66,34 E
Moyennes.	S 60,8 E	S 84,5 E	S 70,7 E	S 56,1 E	S 69,5 E	

Ces 4 années, dont les courbes propres se ressemblent toutes sans distinction, n'ont pas toutefois en les mêmes caractères. Les années 1874 et 1877 ont eu beaucoup d'analogie entr'elles; il en est de même d'autre part de 1875 et 1876. Les vents froids ont dominé surtout dans les deux premières pendant l'hiver et des vents plus chauds pendant l'été, ce que montrent bien les moyennes générales :

HIVER.			ÉTÉ.		
1874 1877	N	6,1 W	1874 1877	S	53,4 E
1875 1876	N	23,0 E	1875 1876	S	77,6 E

En 1874 et 1877, la direction moyenne du vent en hiver s'est trouvée plus rapprochée du N. et en été du S. que dans les deux autres années 1875 et 1876.

Ces premiers résultats généraux, à l'exception de l'année 1877, ont été obtenus en ne tenant compte que de la direction des vents et de leur durée. Les observations de 1877, beaucoup plus complètes puisqu'elles embrassent en outre la vitesse des divers courants vont me permettre de faire quelques recherches sur ce phénomène de la variation diurne du vent à Zi-ka-wei.

Le tableau X ne contient pas des valeurs directement observées; ces valeurs on pourra au besoin les trouver dans les bulletins météorologiques de l'observatoire pour l'année 1877; mais ils donnent la variation diurne des masses d'air venues des 8 directions principales de l'horizon de Zi-ka-wei, calculées à l'aide de la formule générale de Bessel d'après les observations horaires faites pendant cette année 1877. Chacun de ces nombres représente en kilomètres le chemin total parcouru par des molécules d'air emportées dans ces directions pendant les 6 mois chauds et les 6 mois froids. Je n'ai pas hésité à faire ce calcul de correction dans l'espérance d'arriver à des résultats et plus exacts et plus propres à démontrer la loi du phénomène de la variation diurne de la direction et de l'intensité du vent. On trouvera dans le tableau IX les constantes de la formule générale suivante, d'où ont été tirées toutes les valeurs du tableau X :

$$X = M + U' \sin (n 15^\circ + u') + U'' \sin (n 30^\circ + u'') + U''' \sin (n 45^\circ + u''')$$

Tableau IX. — Constantes de la formule générale pour le calcul des valeurs du tableau X.

I. — COURANT POLAIRE.

VENTS.	M	U'	u'	U''	u''	U'''	u'''
N	527,3	152,33	252. 47	85,46	48. 42	4,84	18. 4
NE	202,4	98,36	237. 20	19,50	26. 10	14,33	198. 19
E	244,1	97,43	215. 1	25,92	264. 28	12,10	14. 50
SE	255,2	92,97	212. 23	27,56	89. 10	13,96	149. 24
S	115,3	66,55	295. 38	52,79	95. 59	15,12	309. 54
SW	43,8	14,84	327. 23	15,12	112. 9	8,20	282. 41
W	181,6	56,62	327. 24	9,03	86. 26	19,14	14. 56
NW	311,3	296,66	282. 26	117,45	79. 33	64,06	184. 7

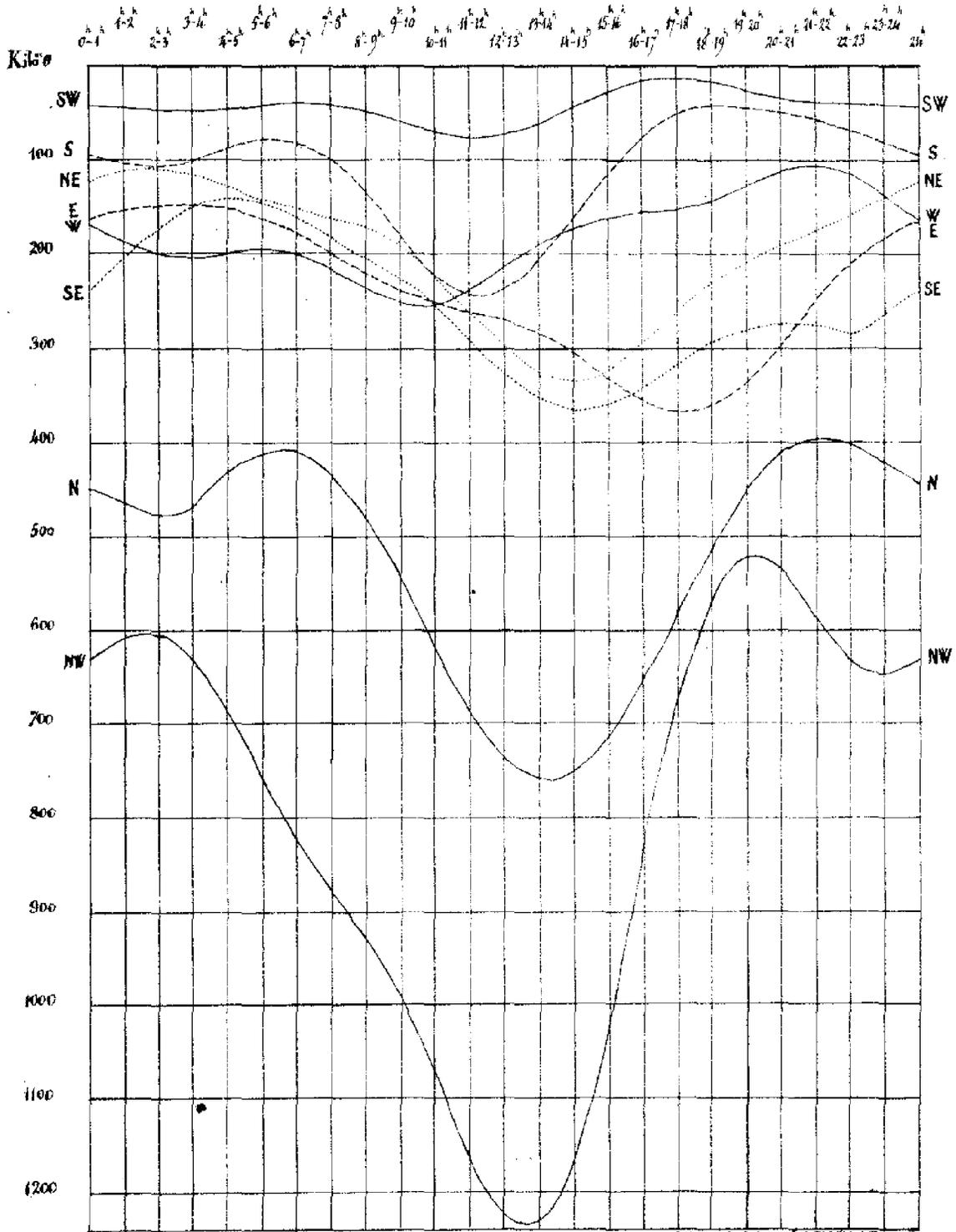
II. — COURANT ÉQUATORIAL.

VENTS.	M	U'	u'	U''	u''	U'''	u'''
N	196,2	31,94	301. 57	9,33	329. 2	21,17	67. 48
NE	250,5	163,29	245. 42	16,12	33. 6	18,07	32. 6
E	434,3	170,30	237. 29	17,58	292. 52	14,84	110. 31
SE	793,7	209,20	206. 20	8,10	358. 35	54,78	85. 24
S	436,6	201,03	281. 46	91,97	117. 52	19,84	81. 1
SW	63,3	40,91	324. 15	31,80	150. 13	1,00	10. 5
W	94,8	69,41	273. 13	36,80	97. 20	11,76	41. 33
NW	164,3	126,62	276. 82	44,81	51. 8	3,26	259. 23

*Tableau synoptique de la variation diurne du vent, en 1877.*

*Planche III*

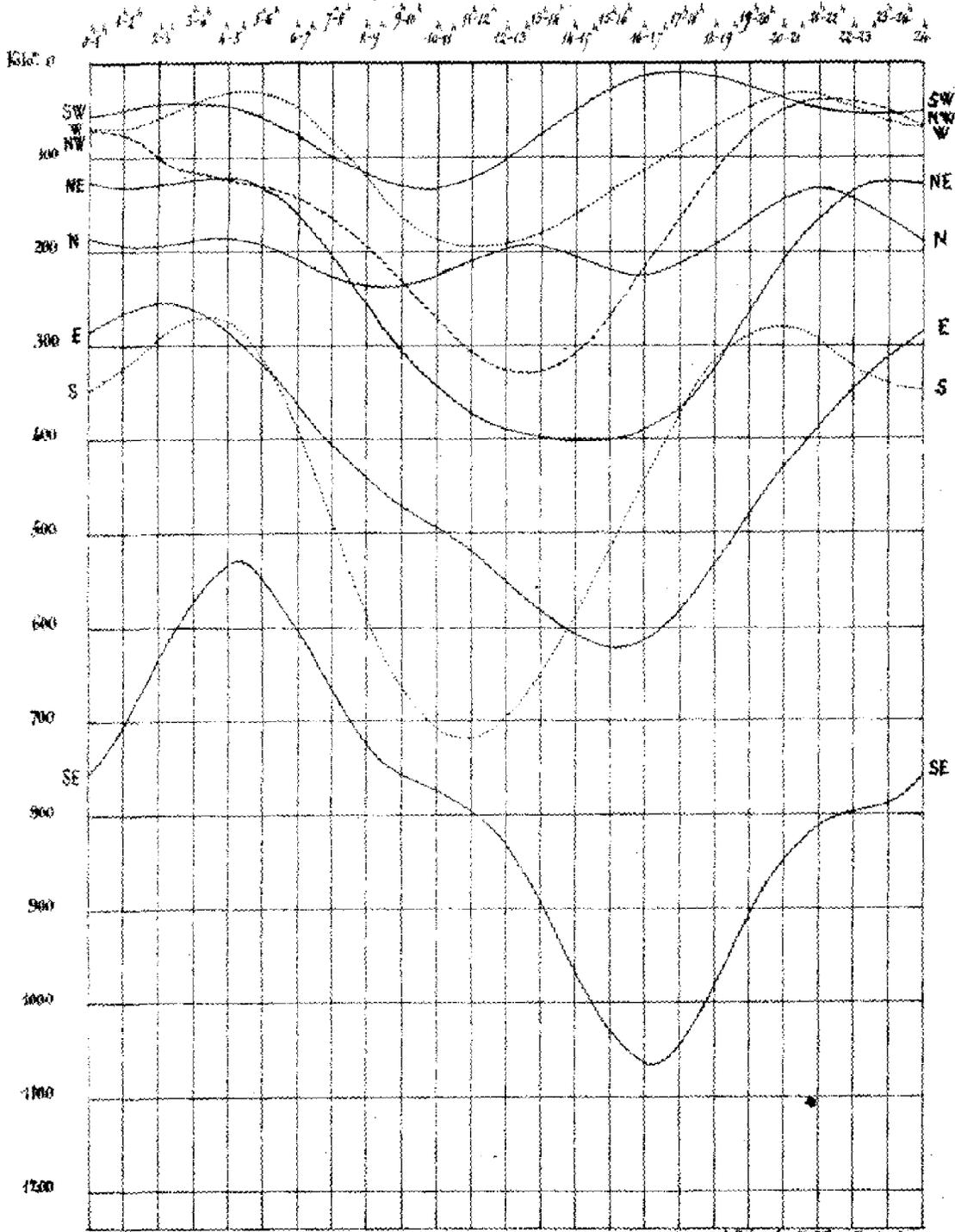
*Janvier, Février, Mars - Octobre, Novembre et Décembre (journal ordinaire)*



*Relevé au Fort de France en 1877 par le Capitaine de l'Armée de Mer*

Planche IV. Tableau synoptique de la variation diurne du vent, en 1877.

Avril, Mai, Juin, Juillet, Août et Septembre (mois équinoxial).



Tracé de la direction du vent à l'observatoire de Paris.

Tableau X. — Variation diurne du vent pendant l'année 1877, à Zi-ka-wei.

I. — COURANT POLAIRE.

Janvier, Février, Mars — Octobre, Novembre et Décembre.

Vents.	Min.		1 h.		2 h.		3 h.		4 h.		5 h.		6 h.		7 h.		8 h.		9 h.		10 h.		11 h.		
	Km.	M.	Km.	M.	Km.	M.	Km.	M.	Km.	M.	Km.	M.	Km.	M.	Km.	M.									
N	447.5	463.2	464.2	461.1	430.7	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4	413.4
NE	323.7	112.1	110.1	117.4	130.3	143.5	154.3	162.8	173.8	178.8	183.1	193.1	203.2	211.2	223.2	231.2	238.2	245.2	251.2	258.2	263.2	268.2	273.2	278.2	283.2
E	105.5	156.3	152.4	151.8	154.8	168.1	178.4	189.0	201.1	204.5	211.2	218.2	223.2	228.2	233.2	238.2	243.2	248.2	253.2	258.2	263.2	268.2	273.2	278.2	283.2
SE	389.7	207.5	175.4	152.0	142.1	146.2	150.7	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2
S	96.2	106.2	108.9	102.8	90.8	80.7	81.9	100.8	137.1	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8
SW	41.9	44.2	47.0	46.2	46.8	48.2	40.5	41.7	48.3	59.6	70.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7	76.7
W	164.9	180.5	203.3	204.9	190.6	196.2	201.9	217.5	237.3	252.5	253.6	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0
NW	632.5	610.3	604.6	631.0	687.3	757.0	823.6	879.2	920.7	951.6	1060.5	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3	1155.3

II. — COURANT ÉQUATORIAL.

Avril, Mai, Juin, Juillet, Août et Septembre.

Vents.	Min.		1 h.		2 h.		3 h.		4 h.		5 h.		6 h.		7 h.		8 h.		9 h.		10 h.		11 h.		
	Km.	M.																							
N	183.9	193.7	193.7	188.0	187.0	194.2	209.9	227.9	232.5	238.5	245.8	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4	251.4
NE	189.2	131.2	129.4	124.1	123.7	134.9	163.3	207.3	258.2	308.8	340.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0	374.0
E	282.5	267.5	266.8	261.3	263.3	320.0	364.2	407.1	442.9	470.5	493.7	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3	518.3
SE	755.5	701.1	630.9	508.1	537.3	551.1	602.0	638.2	725.4	790.3	777.6	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1	785.1
S	345.7	322.0	298.2	271.7	276.2	317.4	388.2	489.9	566.7	638.3	708.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5	717.5
SW	56.0	49.9	44.2	44.1	47.5	60.5	79.7	99.9	120.8	132.4	133.4	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3
W	68.8	69.9	59.6	44.6	33.4	34.9	50.7	56.5	119.5	163.0	187.9	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4
NW	92.8	87.6	103.3	115.1	121.9	132.3	144.8	165.2	195.2	232.0	273.1	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3	307.3

Ce qui frappe tout d'abord dans les courbes des deux planches III et IV tracées avec les valeurs des tableaux précédents, c'est la régularité parfaite de la variation diurne qu'elles présentent toutes sans exception : on y reconnaît aisément une double oscillation de l'intensité du vent généralement plus ample pendant les heures du jour que pendant la nuit, plus accentuée quand les vents sont faibles que lorsqu'ils sont forts. Les caractères si essentiellement distincts des deux saisons ressortent bien par la position qu'occupent dans les deux planches les vents dominants principaux.

Mais il est un fait qu'il importe de faire remarquer.

Comparons les heures des maxima et des minima de l'intensité de chacun des huit vents :

HIVER.			ÉTÉ.		
VENTS.	maxima principaux.	minima principaux.	VENTS.	maxima principaux.	minima principaux.
( S	11. 30 matin	6. 25 soir)	( S	10. 45 matin	7. 45 soir)
SW	11. 10	4. 50	SW	9. 35	5. 0
W	9. 35	8. 55	W	11. 10	8. 25
NW	Midi. 40 soir	7. 15	NW	Midi. 30 soir	9. 20
( N	1. 15	9. 10)	( N	3. 50	3. 55)
NE	1. 55	1. 45 matin	NE	2. 25	3. 30 matin
E	5. 10	2. 40	E	3. 10	2. 15
SE	2. 15	4. 15	SE	4. 5	4. 10

#### HEURES MOYENNES.

VENTS des parties	HIVER.	ÉTÉ.	ANNÉE.
W	Maxima.....11. 8 matin Minima.....7. 0 soir	11. 5 matin 7. 35 soir	11. matin 7. soir
E	Maxima.....3. 7 soir Minima.....2. 53 matin	3. 13 soir 3. 15 matin	3. soir 3. matin

Les vents d'Ouest précèdent les vents d'Est; depuis le passage du Soleil par le méridien inférieur, c'est-à-dire depuis Minuit, jusqu'à son passage par le méridien supérieur, c'est-à-dire jusqu'à Midi, ce sont des vents occidentaux qui dominent; durant l'autre moitié de la journée ils cèdent la place aux vents orientaux, et cela toute l'année quelle que soit la direction générale des courants existants. De plus, pour chacun des rhumbs de la rose des vents il y a une heure déterminée où le vent a une intensité maximum; et le sens de la rotation des maxima est direct, c'est-à-dire qu'ils se rencontrent successivement à l'Ouest, au Nord et à l'Est.

Telle est dans toute sa simplicité ce phénomène de la variation diurne du vent. On comprend dès lors les deux courbes générales de la direction résultante du vent à Zi-Ka-Wei. Toutes deux ne sont que la conséquence de cette rotation du vent de l'Ouest à l'Est en même temps que le Soleil marche de l'Orient vers l'Occident. Tant que l'astre se trouve à l'Orient de l'observateur soit au-dessus, soit au-dessous de l'horizon, l'atmosphère dans les couches inférieures se transporte dans la direction de l'astre, c'est-à-dire vers l'Orient; dès qu'il aura traversé le Méridien du lieu et qu'il s'abaissera vers l'horizon opposé et après qu'il aura disparu, jusque vers minuit, c'est dans le sens opposé que s'exécutera le mouvement de l'air, toujours dans la direction du Soleil. Cette giration de la direction et de l'intensité du vent est complétée dans les vingt-quatre heures; elle s'effectue par le nord vers midi et par le sud vers minuit.

On ne doit pas toutefois conclure de cette discussion que la girouette prend successivement toutes les directions du compas, à Zi-Ka-Wei, dans une même journée: il s'en faut de beaucoup; une semblable révolution complète ne s'accomplit ici que dans les bourrasques, au moment du minimum barométrique. Généralement la direction du vent ne présente que des oscillations plus ou moins amples de part et d'autre de la moyenne diurne résultante; mais il reste vrai que; soit en hiver, soit en été, ces oscillations obéissent à la loi générale: toujours l'air tendra à se porter vers le Soleil, le matin d'Occident en Orient, le soir d'Orient en Occident et si la direction moyenne du vent ne permet pas de constater l'existence effective de ces courants généraux, du moins le sens des oscillations de la direction montrera toujours qu'il y a tendance réelle des particules aériennes à obéir à une influence émanée du soleil, à une aspiration dont le siège est dans le vertical de l'astre.

S'il pouvait rester encore quelque doute à cet égard, surtout à cause de la courbe de la variation diurne pendant l'été, qui semble au premier aspect contraire à la loi générale dans quelques unes de ses parties, je renverrai au tableau suivant et à la planche V qui représente le phénomène sous une autre forme, bien propre à lever les derniers doutes.

Le Tableau VIII contenait la variation diurne du vent, pour l'année 1877, calculée au moyen de la formule de Lambert. Cette formule permettait de trouver les deux composantes [N.(+) S.(—)] [E.(+) W.(—)] du mouvement de l'air; j'ai corrigé ensuite ces mêmes valeurs avec la formule de Bessel et ce sont ces derniers résultats que renferme le Tableau XI. Les deux coordonnées sont de la forme suivante :

$$\begin{aligned} \text{HIVER} \left\{ \begin{array}{l} \text{Composante N-S : } X'_h = + 910,2 + 323,6 \sin (n 15^\circ + 264,51') + 137,3 \sin (n 30^\circ + 34,23') + 71,4 \sin (n 45^\circ + 174,0') \\ \text{Composante E-W : } X'_h = - 218,3 + 258,9 \sin (n 15^\circ + 161,12') + 91,8 \sin (n 30^\circ + 265,52') + 17,4 \sin (n 45^\circ + 30,20') \end{array} \right. \\ \\ \text{Été} \left\{ \begin{array}{l} \text{Composante N-S : } X'_e = - 539,2 + 365,3 \sin (n 15^\circ + 202,59') + 107,3 \sin (n 30^\circ + 289,46') + 75,7 \sin (n 45^\circ + 57,37') \\ \text{Composante E-W : } X'_e = + 637,2 + 79,3 \sin (n 15^\circ + 231,41') + 90,8 \sin (n 30^\circ + 133,43') + 35,7 \sin (n 45^\circ + 63,5') \end{array} \right. \end{aligned}$$

Tableau XI. — Variation diurne de la direction résultante du vent en 1877.

*Composantes du mouvement de l'air.*

COURANT POLAIRE.

HEURES.	DIRECTION résultante.	INTENSITÉ résultante totale.	COMPOSANTES.	
			$\left\{ \begin{array}{l} N + \\ S - \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} E + \\ W - \end{array} \right.$
0 (Minuit)	N 18,7 W	719,8	+ 681,9	- 230,5
1	N 22,4 W	731,8	+ 679,2	- 230,4
2	N 21,7 W	761,1	+ 691,4	- 318,2
3	N 25,4 W	806,8	+ 728,5	- 346,8
4	N 25,1 W	869,6	+ 784,3	- 367,6
5	N 24,4 W	924,5	+ 842,1	- 381,6
6	N 23,9 W	966,3	+ 883,0	- 391,1
7	N 23,8 W	990,3	+ 906,3	- 399,0
8	N 23,8 W	1012,1	+ 925,8	- 409,0
9	N 23,5 W	1055,9	+ 968,4	- 420,8
10	N 22,1 W	1137,3	+ 1053,4	- 428,8
11	N 19,7 W	1251,5	+ 1178,0	- 422,5
12 (Midi)	N 16,5 W	1368,0	+ 1311,5	- 389,1
13	N 12,9 W	1443,0	+ 1406,8	- 321,4
14	N 8,8 W	1437,6	+ 1420,8	- 221,4
15	N 4,6 W	1340,7	+ 1336,5	- 103,0
16	N 0,5 E	1172,4	+ 1172,4	+ 11,0
17	N 5,7 E	979,3	+ 975,3	+ 97,0
18	N 9,8 E	811,5	+ 799,8	+ 137,5
19	N 10,6 E	690,3	+ 684,5	+ 127,6
20	N 6,7 E	643,3	+ 638,8	+ 75,4
21	N 0,2 W	643,3	+ 643,4	- 2,5
22	N 7,5 W	672,0	+ 666,2	- 87,8
23	N 13,7 W	701,4	+ 681,4	- 166,1

## COURANT ÉQUATORIAL.

ANNÉE.

HEURES.	DIRECTION résultante	INTENSITÉ résultante totale.	COMPOSANTES.		COMPOSANTES.	
			{ N + S -	{ E + W -	{ N + S -	{ E + W -
0 (Minuit)	S 51,1 E	922,1	- 579,1	+ 717,5	+ 102,8	+ 487,0
1	S 51,9 E	860,5	- 531,2	+ 677,0	+ 148,0	+ 396,6
2	S 53,7 E	778,5	- 461,3	+ 627,1	+ 230,1	+ 308,9
3	S 55,8 E	699,0	- 392,5	+ 578,4	+ 336,0	+ 231,6
4	S 57,5 E	655,2	- 332,1	+ 552,6	+ 432,7	+ 185,0
5	S 57,7 E	670,9	- 358,3	+ 567,2	+ 483,8	+ 185,6
6	S 56,4 E	745,4	- 411,9	+ 621,3	+ 471,7	+ 230,2
7	S 54,5 E	853,8	- 495,8	+ 695,1	+ 410,5	+ 296,1
8	S 52,6 E	957,6	- 582,0	+ 760,4	+ 343,8	+ 351,4
9	S 51,1 E	1025,7	- 644,5	+ 797,9	+ 323,9	+ 377,1
10	S 50,5 E	1052,1	- 669,8	+ 811,3	+ 383,6	+ 382,5
11	S 51,4 E	1057,3	- 660,2	+ 825,8	+ 517,3	+ 403,3
12 (Midi)	S 54,2 E	1078,6	- 690,7	+ 874,9	+ 689,8	+ 485,8
13	S 58,6 E	1147,2	- 598,2	+ 978,8	+ 808,6	+ 657,4
14	S 63,1 E	1266,7	- 574,1	+ 1129,1	+ 846,7	+ 907,7
15	S 66,5 E	1405,2	- 560,3	+ 1288,6	+ 776,2	+ 1185,6
16	S 68,6 E	1510,0	- 551,9	+ 1405,6	+ 629,5	+ 1416,6
17	S 69,3 E	1537,8	- 543,7	+ 1438,1	+ 431,6	+ 1535,4
18	S 68,7 E	1475,6	- 535,1	+ 1375,1	+ 264,7	+ 1512,6
19	S 67,0 E	1344,9	- 525,6	+ 1237,9	+ 158,9	+ 1335,5
20	S 63,3 E	1299,3	- 539,4	+ 1072,2	+ 99,4	+ 1147,6
21	S 58,3 E	1080,1	- 559,5	+ 923,9	+ 87,9	+ 927,3
22	S 54,6 E	1005,6	- 533,0	+ 819,3	+ 82,2	+ 731,5
23	S 51,8 E	962,9	- 504,6	+ 757,4	+ 86,8	+ 591,3

Ces tableaux et les courbes auxquelles ils donnent lieu me semblent très-instructifs. La variation diurne de la direction résultante du vent dans les deux saisons est toujours celle que nous ont donnée les cinq années d'observations; la vitesse résultante du vent passe par un maximum à 1 h. 30<sup>m</sup> de l'après-midi, en hiver, à 4 h. 45<sup>m</sup> du soir, en été, et par un minimum à 8 h. 30<sup>m</sup> du soir dans la première saison, à 4 h. du matin dans la seconde. Mais ce que je veux principalement faire remarquer, c'est la variation des deux composantes du mouvement de l'air, étudiée soit dans les tableaux numériques, soit sur la planche V.

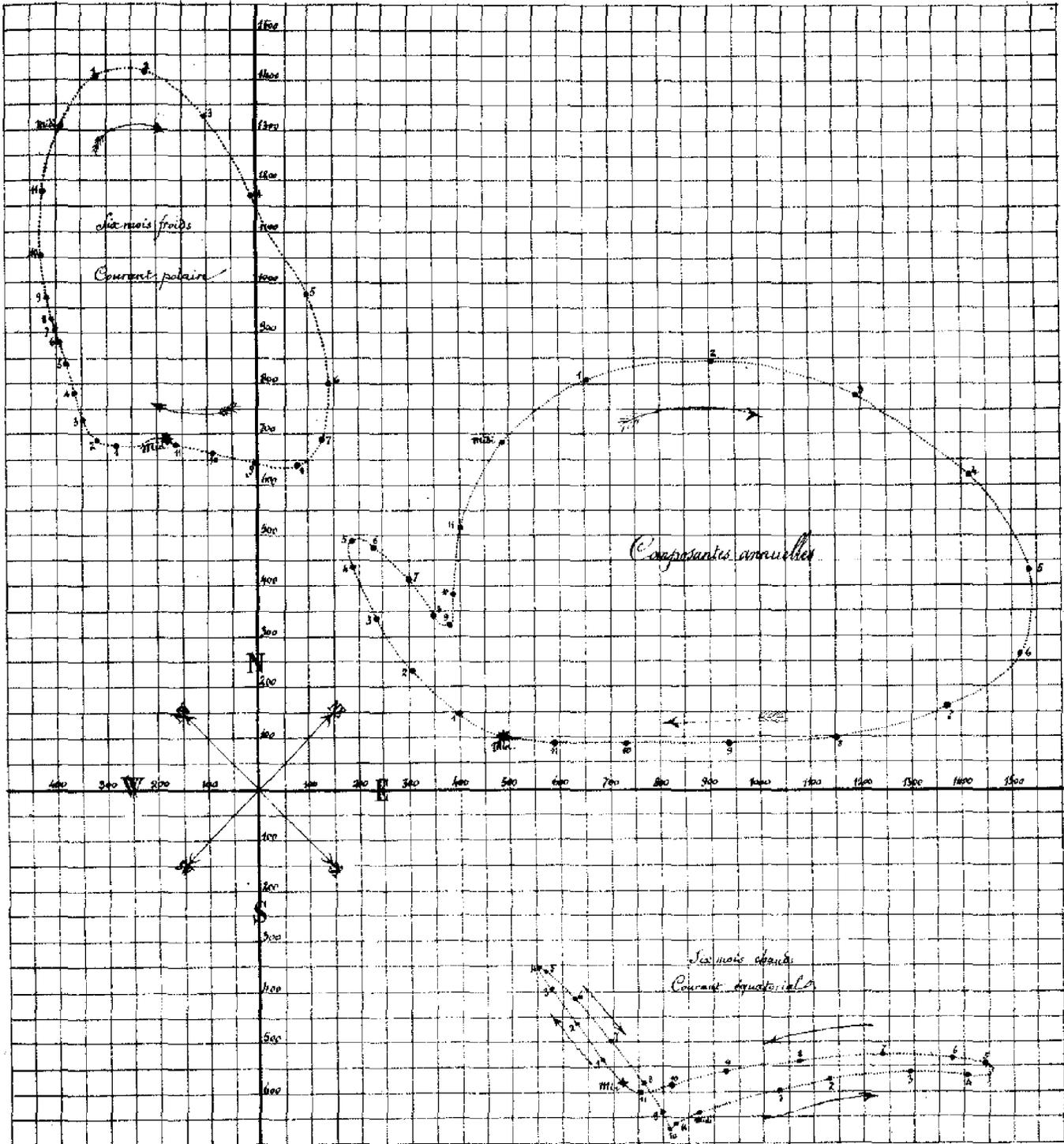
En hiver la composante N. qui domine a un minimum d'intensité vers minuit et un maximum au milieu du jour; en été au contraire, la composante S. qui l'emporte en intensité, prend des valeurs relativement fortes pendant la nuit et faibles pendant le jour. En hiver, le rapport de l'intensité de la composante N. à minuit sur sa valeur à midi est 0,52; en été, ce rapport, pour la composante S., s'élève à 0,92, différence énorme qui montre péremptoirement, comme je l'ai dit plus haut, que l'air descend habituellement du Nord pendant le jour et vient du midi pendant la nuit.

Comment s'effectue le passage d'un courant à l'autre, par quel côté du méridien, à partir de minuit ou de midi, se complète le circuit? Les tableaux et les courbes sont très-explicites à cet égard. Pendant l'existence du courant équatorial, les vents d'E. l'emportent de beaucoup sur les vents d'W. à toutes les heures du jour et de la nuit; mais on trouve qu'à 6 h. du matin ces vents d'E. sont moitié moins fréquents qu'à 6 h. du soir; si l'on considère ensuite ce qui se passe à ces mêmes heures en hiver, le fait d'une *rotation directe* de l'air ressort avec plus d'évidence encore: ce sont les vents d'W. qui soufflent le matin, les vents d'E., le soir. Donc le circuit commence par l'Ouest et se termine par l'E.: la rotation de l'air s'exécute dans le même sens que la rotation apparente du Soleil et le rhumb d'où souffle le vent à une heure quelconque de la journée est toujours distant de 180° du soleil. Enfin la double oscillation de la courbe diurne de la direction du vent, en été, n'a plus rien qui doive surprendre, si on considère le tracé graphique des mouvements de ses deux composantes (planche V); cette singulière courbe se partage évidemment en deux portions très-distinctes, l'une à l'Occident du centre de figure, l'autre à l'Orient de ce même point; la 1<sup>ère</sup> est décrite pendant les heures qui s'écoulent de Minuit à Midi environ; l'autre pendant le reste de la journée.

Donc enfin le phénomène d'une *rotation directe* du vent à Zi-ka-wei dans les vingt-quatre heures est réel et de semblables mouvements dans l'atmosphère trouvent très-naturellement leur cause dans l'action calorifique du Soleil.

Moyenne variation diurne du vent, à L'Isle Ste. en 1877,  
 corrigé à l'aide de la formule de Bessel.

Planche V

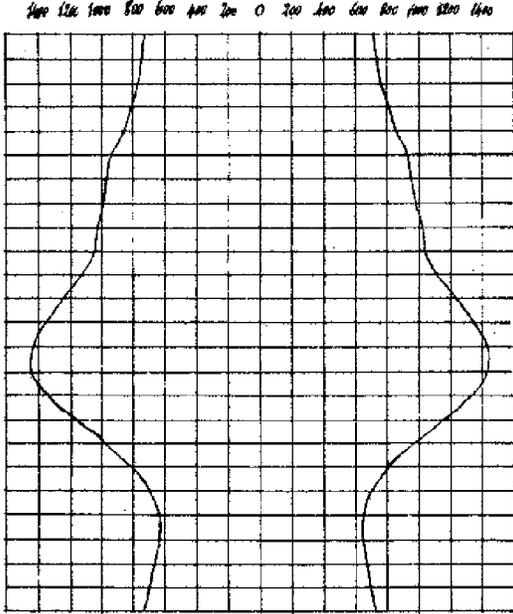


Donné de la Mission cathol. à L'Isle Ste. (L'Isle Ste.)

# Planche VI Variation diurne de la vitesse du vent, en 1877.

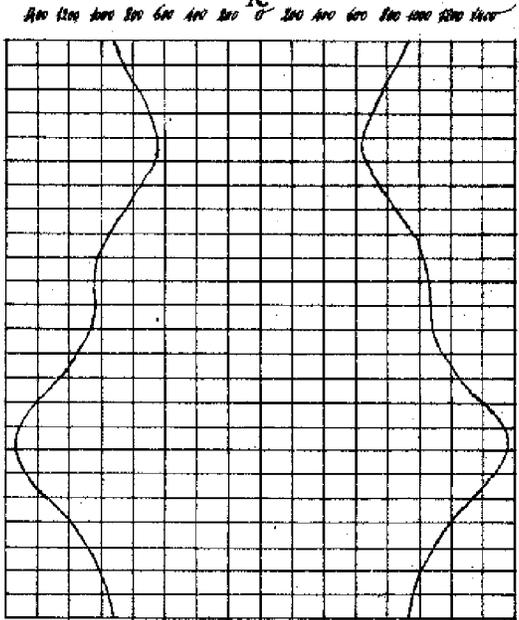
## 1° Variation résultante calculée

Six mois froids. C.P.



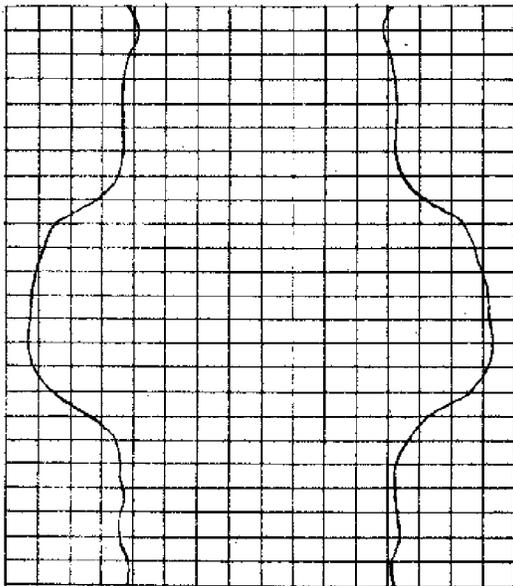
Min  
1h  
2h  
3h  
4h  
5h  
6h  
7h  
8h  
9h  
10h  
11h  
Midi  
1h  
2h  
3h  
4h  
5h  
6h  
7h  
8h  
9h  
10h  
11h  
Min

Six mois chauds. C.B.



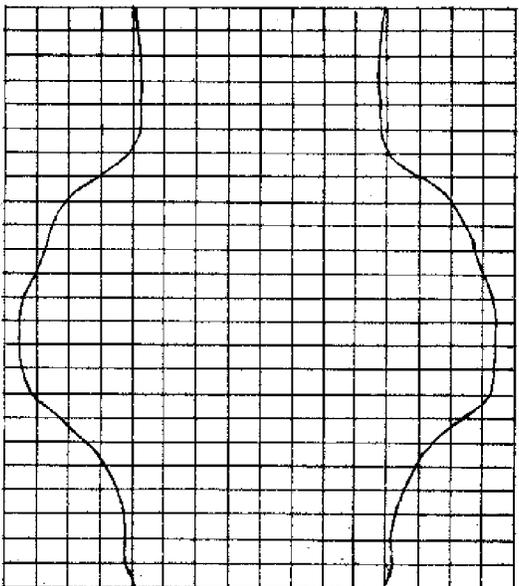
## 2° Variation horaire observée

15 10 5 K 0 5 10 15



Min  
1h  
2h  
3h  
4h  
5h  
6h  
7h  
8h  
9h  
10h  
11h  
Midi  
1h  
2h  
3h  
4h  
5h  
6h  
7h  
8h  
9h  
10h  
11h  
Min

15 10 5 K 0 5 10 15



Antique de la Mission cath. à F. K. (L. S. S.)

Ces mouvements peuvent se résumer en deux grandes oscillations, l'une d'Occident en Orient, le matin, et d'Orient en Occident, le soir; l'autre du Nord au Sud pendant le jour et du Sud au Nord pendant la nuit : ces mouvements des particules aériennes, corrélatifs deux à deux, se composent pour produire les variations réelles de l'air observées à la girouette et à l'anémomètre. Je le répète : cette rotation habituellement se laisse discerner plutôt dans les valeurs relatives de l'intensité des divers vents aux différentes heures du jour et de la nuit, chacun d'eux ayant son heure de maximum et de minimum de force dépendant de la position du soleil par rapport à l'observateur : de plus le vent se contente d'osciller de part et d'autre de sa direction moyenne, mais en obéissant toujours à la loi du phénomène qui exige que l'air se dirige ou tende à se diriger vers le lieu du Soleil.

J'ai donc eu raison en commençant ce mémoire de ne point admettre les conclusions de M<sup>r</sup> le Contre-Amiral Bourgois : dans sa pensée, ces mouvements diurnes de l'atmosphère dans les régions inférieures, vrais en théorie, seraient tellement faibles qu'aucun de nos moyens actuels d'observation ne permettrait de les étudier. On le voit, une simple girouette qui enregistre ses oscillations, un anémomètre qui enregistre ses révolutions, ont été ici très-suffisants pour découvrir le phénomène et l'étudier dans tous ses détails (1).

Avant de terminer ce chapitre, je crois bon de présenter le tableau des variations horaires de la vitesse du vent pendant l'année 1877, on pourra utilement le comparer avec celui des variations de la résultante donné plus haut.

Tableau XII. — Variation horaire de la vitesse absolue du vent en 1877.

HEURES.	HIVER.	ÉTÉ.	ANNÉE.	HEURES.	HIVER.	ÉTÉ.	ANNÉE.
Min. — 1 m.	Km 10,24	Km 9,87	Km 10,05	Min. — 1 s.	Km 17,88	Km 18,02	Km 18,10
1 — 2	9,84	9,60	9,72	1 — 2	17,89	18,51	17,70
2 — 3	10,37	9,29	9,83	2 — 3	18,39	18,60	18,49
3 — 4	10,54	9,21	9,87	3 — 4	17,64	18,52	18,08
4 — 5	10,67	9,34	10,00	4 — 5	16,73	18,04	17,38
5 — 6	10,89	9,32	10,10	5 — 6	12,99	15,79	14,39
6 — 7	10,77	10,32	10,54	6 — 7	11,09	13,40	12,25
7 — 8	10,98	12,95	11,96	7 — 8	10,86	12,19	11,52
8 — 9	13,18	15,11	14,15	8 — 9	10,40	11,65	10,92
9 — 10	16,11	16,25	16,18	9 — 10	10,83	10,75	10,79
10 — 11	16,95	16,79	16,87	10 — 11	10,93	10,43	10,68
11 — Midi.	17,54	17,47	17,50	11 — Min.	10,15	10,89	10,47

Moyenne vitesse diurne

Hiver :  $\frac{\text{Km}}{13,08}$       Été :  $\frac{\text{Km}}{13,41}$   
Année :  $\frac{\text{Km}}{13,25}$

(1) (L'auteur des *Mouvements de l'atmosphère* ajoute ce qui suit : "A peine, en effet, la légère inégalité de pression qui produit cette vitesse des courants aériens (horizontaux) et qui a sa cause dans l'inégalité des quantités de chaleur reçues du Soleil, a-t-elle commencé à imprimer une faible vitesse aux particules aériennes, que déjà, changeant de sens, elle agit pour détruire cette vitesse et pour imprimer ensuite à ces mêmes particules une vitesse en sens opposé."—J'avoue que je ne comprends pas cette raison. La période de ces mouvements de l'atmosphère étant diurne une particule a 12 heures pour recevoir l'impulsion qui doit l'entraîner dans un sens et y obéir ; cet entraînement ne sera par instantané, soit ; mais étant réel il se manifestera après un certain intervalle de temps ; évidemment l'entraînement en sens inverse subira le même retard et toujours le phénomène pourra se produire. N'a-t-on pas un exemple frappant d'un fait analogue dans les marées ? l'action de la Lune n'est pas instantanée, il y a un retard de 36 heures en moyenne entre le passage de la Lune et l'observation de la haute mer correspondante ; cela n'empêche pas que les hautes et les basses mers se succèdent régulièrement et même ici, le phénomène s'effectuant dans l'intervalle de 12 heures, la raison apportée par M<sup>r</sup> le Contre-Amiral Bourgois pour nier l'existence d'une action efficace de la chaleur solaire sur les courants inférieurs de l'atmosphère, devrait être vérifiée plus encore quand il s'agit de la mer que lorsqu'on étudie les mouvements de l'air qui sont à période simple ou diurne).

## CHAPITRE III.

### INFLUENCE DE LA VARIATION DIURNE DU VENT SUR LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE, LA TEMPÉRATURE DE L'AIR ET LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE.

On démontre communément cette influence en comparant les moyennes valeurs que les autres phénomènes ont prises quand chacun des vents principaux a soufflé dans le courant de l'année ou pendant les différentes saisons. C'est aussi la méthode que j'ai suivie dans le Mémoire que la Société météorologique de France m'a fait l'honneur d'insérer dans son Annuaire, et dans l'Appendice au Bulletin météorologique de l'observatoire de Zi-ka-wei pour 1876.

Mais, puisque cette influence est réelle, pourquoi ne se manifesterait-elle pas d'une manière plus frappante encore par une variation diurne spéciale de ces mêmes phénomènes directement en relation avec la variation diurne du vent dont l'existence aussi ne peut plus désormais être mise en doute? La difficulté évidemment est de parvenir à dégager cette influence particulière des autres plus générales et plus constantes qui produisent les variations normales des différents phénomènes météorologiques. Je crois y être arrivé pour Zi-ka-wei. Voici comment :

L'année météorologique (1877) a été partagée encore en deux grandes saisons, les trois premiers mois avec les trois derniers formant l'hiver ou l'époque du courant polaire, les six autres intermédiaires formant l'été ou l'époque du courant équatorial. J'ai calculé alors pour chaque phénomène sa variation horaire dans l'une et l'autre saison et sa variation moyenne annuelle. Les tableaux qui suivent contiennent toutes ces valeurs pour la pression atmosphérique, la température de l'air et la déclinaison magnétique, ce dernier phénomène me paraissant subir aussi régulièrement que les autres les influences des changements de vent.

Les deux courbes générales, on le sait, ont la même forme (Pl. VII), la variation normale étant due à une cause unique qui exerce son action aussi bien en hiver qu'en été. On remarque cependant de légères différences dans les heures des maxima et des minima et dans l'amplitude des oscillations. Ce sont précisément ces différences qu'il faut attribuer à la variation diurne du vent et à sa variation annuelle.

Les observations très-régulièrement faites en 1875 m'avaient déjà donné occasion de reconnaître une variation spéciale du baromètre, du thermomètre et de l'aiguille de la déclinaison, absolument inverse dans une saison de ce qu'elle était dans l'autre; j'avais également trouvé la variation diurne du vent; mais la relation entre ces divers phénomènes m'avait alors totalement échappé (1).

Les Tableaux suivants contiennent tous les éléments nécessaires à l'intelligence de cette question. Ce sont d'abord les mouvements horaires mensuels du baromètre, du thermomètre et de l'aiguille de la déclinaison. J'ai calculé ensuite à part le mouvement horaire moyen des six mois d'hiver et des six mois d'été et je l'ai comparé au mouvement moyen annuel : le résultat de cette dernière comparaison est donné dans le Tableau XVII; il est évident que les valeurs correspondant aux deux saisons sont identiques et que les signes seuls sont opposés. Néanmoins j'ai répété dans la Planche VIII les courbes afin de mieux faire ressortir l'inégalité en question et comprendre les explications que j'essayerai d'en donner.

---

(1) Voir le mémoire cité plus haut dans l'Annuaire de la Société météorologique de France, tome XXIV<sup>me</sup>. — Le Tableau 26 de ce mémoire exige une correction pour être intelligible. Dans les deux colonnes de la variation de la déclinaison magnétique, les signes doivent être intervertis, car les nombres doivent représenter l'excès du mouvement particulier de la déclinaison dans les deux saisons sur son mouvement annuel et non l'excès de celui-ci sur les deux autres. Du reste ce qui va être dit des observations de 1877 est en tous points applicable à celles de 1875, puisque les courbes dans les deux années sont absolument semblables, comme aussi celles de la pression atmosphérique et de la température. Aujourd'hui, grâce à l'analyse détaillée de cette variation diurne du vent faite plus haut, je suis à même de rattacher les uns aux autres ces phénomènes et de faire par-là mieux ressortir toute l'importance de la rotation de la direction du vent sous l'influence de la chaleur solaire.

Tableau XIV. — Variation horaire de la Pression atmosphérique, en 1877.

HEURES.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Année.	Six mois Printemps.	Six mois été.
Minuit	1.13	1.22	1.32	1.36	1.27	1.28	1.17	1.17	1.30	1.23	1.27	1.17	1.285	1.25	1.35
1 matin	1.12	1.20	1.16	1.30	1.05	1.06	1.15	1.02	1.12	1.07	1.12	1.08	1.115	1.12	1.11
2	1.04	1.16	1.02	1.08	1.22	1.19	1.07	1.14	1.14	1.09	1.01	1.10	1.045	1.04	1.13
3	1.15	1.11	1.13	1.21	1.31	1.29	1.18	1.41	1.32	1.27	1.19	1.05	1.205	1.12	1.29
4	1.35	1.20	1.19	1.42	1.41	1.27	1.19	1.35	1.35	1.40	1.25	1.21	1.325	1.23	1.39
5	1.38	1.21	1.05	1.20	1.31	1.14	1.11	1.36	1.36	1.31	1.22	1.18	1.325	1.20	1.25
6	1.21	1.04	1.13	1.09	1.11	1.13	1.12	1.12	1.12	1.06	1.09	1.02	1.220	1.05	1.01
7	1.18	1.21	1.40	1.41	1.34	1.36	1.38	1.16	1.24	1.33	1.28	1.25	1.305	1.30	1.31
8	1.50	1.54	1.81	1.67	1.55	1.53	1.51	1.40	1.49	1.43	1.67	1.51	1.570	1.52	1.52
9	1.85	1.78	1.99	1.67	1.70	1.65	1.64	1.61	1.69	1.68	1.64	1.63	1.785	1.51	1.66
10	1.61	1.53	1.66	1.81	1.74	1.68	1.67	1.67	1.75	1.77	1.62	1.60	1.730	1.50	1.68
11	1.56	1.57	1.71	1.67	1.60	1.57	1.45	1.54	1.63	1.52	1.56	1.43	1.560	1.55	1.54
Midi	1.53	1.15	1.32	1.26	1.31	1.16	1.17	1.20	1.35	1.01	1.08	1.18	1.120	1.02	1.22
1 soir	1.67	1.50	1.25	1.11	1.08	1.20	1.10	1.00	1.19	1.54	1.63	1.77	1.355	1.37	1.10
2	1.89	1.78	1.80	1.47	1.37	1.40	1.34	1.26	1.30	1.57	1.50	1.57	1.630	1.56	1.40
3	1.83	1.61	1.12	1.82	1.64	1.58	1.76	1.51	1.70	1.89	1.89	1.83	1.800	1.83	1.97
4	1.68	1.90	1.18	1.96	1.78	1.74	1.94	1.53	1.95	1.79	1.79	1.64	1.800	1.85	1.77
5	1.68	1.68	1.02	1.91	1.77	1.76	1.98	1.51	1.95	1.62	1.81	1.42	1.665	1.93	1.73
6	1.08	1.59	1.75	1.71	1.59	1.55	1.76	1.41	1.30	1.62	1.56	1.17	1.645	1.58	1.36
7	1.13	1.12	1.44	1.52	1.31	1.33	1.38	1.16	1.43	1.63	1.01	1.07	1.175	1.15	1.29
8	1.32	1.06	1.11	1.19	1.00	1.02	1.13	1.17	1.17	1.25	1.16	1.25	1.085	1.13	1.02
9	1.35	1.25	1.29	1.19	1.26	1.26	1.04	1.31	1.51	1.46	1.30	1.31	1.360	1.38	1.39
10	1.43	1.26	1.41	1.31	1.50	1.57	1.61	1.54	1.47	1.50	1.52	1.35	1.400	1.35	1.50
11	1.30	1.23	1.59	1.27	1.46	1.51	1.53	1.46	1.42	1.43	1.35	1.28	1.370	1.35	1.44

Tableau XV. — Variation horaire de la Température, en 1877.

HEURES.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Année.	Six mois Printemps.	Six mois été.
Minuit	1.64	1.40	2.13	2.60	2.71	2.46	1.90	2.34	2.47	3.63	1.39	0.87	1.538	1.78	3.100
1 matin	2.26	2.30	2.87	3.04	3.13	2.79	1.81	2.65	2.87	4.35	1.57	1.37	1.928	1.88	3.975
2	2.50	2.47	2.79	1.64	1.35	1.70	1.50	1.06	1.35	2.82	1.58	1.70	2.227	1.68	3.506
3	1.66	1.27	1.75	2.37	2.16	2.24	1.73	2.80	2.68	4.10	1.51	1.03	2.731	2.57	3.778
4	3.64	3.02	4.27	3.87	4.12	3.56	2.58	3.65	3.80	5.82	2.32	2.65	3.480	3.45	3.475
5	2.81	2.47	3.39	2.70	3.38	2.65	2.11	2.70	2.81	4.26	1.51	1.46	3.021	3.70	3.752
6	0.10	0.69	0.07	0.32	0.41	0.42	0.57	0.72	0.70	0.93	0.12	0.63	3.183	3.05	3.645
7	1.45	0.73	1.46	1.55	2.08	1.72	1.46	1.98	2.01	2.44	0.75	0.80	2.802	2.64	2.694
8													1.928	2.76	2.596
9													2.730	2.71	2.584
10													1.574	1.02	1.082
11													1.025	1.02	1.060
Midi	3.64	3.02	4.27	3.87	4.12	3.56	2.58	3.65	3.80	5.82	2.32	2.65	3.480	3.45	3.475
1 soir	2.81	2.47	3.39	2.70	3.38	2.65	2.11	2.70	2.81	4.26	1.51	1.46	3.021	3.70	3.752
2	0.10	0.69	0.07	0.32	0.41	0.42	0.57	0.72	0.70	0.93	0.12	0.63	3.183	3.05	3.645
3	1.45	0.73	1.46	1.55	2.08	1.72	1.46	1.98	2.01	2.44	0.75	0.80	2.802	2.64	2.694
4													1.928	2.76	2.596
5													2.730	2.71	2.584
6													1.574	1.02	1.082
7													1.025	1.02	1.060
8													1.025	1.02	1.060
9													1.025	1.02	1.060
10													1.025	1.02	1.060
11													1.025	1.02	1.060

Tableau XVI. — Variation horaire de la Déclinaison magnétique, en 1877.

Heures.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Années.	Six mois froids.	Six mois chauds.
Minuit	...	...	0.23	0.04	0.11	0.17	0.20	0.17	0.06	0.03	0.05	0.03	...	...	...
1 matin	...	...	0.11	0.29	0.12	0.10	0.62	0.04	0.14	0.11	0.05	0.08	...	...	...
2	...	...	0.06	0.42	0.35	0.31	0.18	0.30	0.44	0.25	0.09	0.08	...	...	...
3	...	...	0.15	0.45	0.50	0.45	0.32	0.43	0.54	0.35	0.09	0.08	...	...	...
4	...	...	0.19	0.38	0.54	0.54	0.40	0.48	0.53	0.28	0.08	0.01	...	...	...
5	...	...	0.02	0.24	0.81	0.81	0.67	0.72	0.76	0.27	0.09	0.02	...	...	...
6	...	...	0.00	0.40	1.77	1.99	1.88	1.67	1.44	0.42	0.24	0.11	...	...	...
7	...	...	0.50	1.46	3.49	3.14	3.57	3.68	2.63	0.75	0.26	0.04	...	...	...
8	...	...	1.70	2.43	2.75	3.36	4.16	4.16	3.02	1.75	0.86	0.53	...	...	...
9	...	...	2.69	3.05	3.06	2.74	3.58	4.16	2.36	2.05	0.86	0.31	...	...	...
10	...	...	2.14	2.15	2.04	1.90	3.55	4.16	2.36	1.61	0.77	0.36	...	...	...
11	...	...	0.50	0.06	0.75	0.72	1.97	1.71	1.83	0.93	0.11	0.08	...	...	...
Midi	...	...	1.20	1.84	2.19	1.32	2.19	3.02	3.06	1.40	0.70	1.20	...	...	...
1 soir	...	...	2.14	2.74	2.61	2.46	3.00	3.47	3.04	2.34	1.93	1.17	...	...	...
2	...	...	2.26	2.69	2.27	2.39	3.09	3.57	2.18	2.07	1.71	0.61	...	...	...
3	...	...	1.53	1.80	1.81	2.10	2.60	1.81	1.13	1.03	0.13	0.05	...	...	...
4	...	...	0.39	1.03	0.91	1.57	1.75	0.79	0.01	0.28	0.20	0.54	...	...	...
5	...	...	0.61	0.69	0.88	0.88	0.91	0.63	0.41	0.13	0.46	0.64	...	...	...
6	...	...	0.23	0.06	0.16	0.55	0.50	0.40	0.23	0.19	0.34	0.46	...	...	...
7	...	...	0.09	0.23	0.23	0.48	0.47	0.21	0.21	0.18	0.26	0.30	...	...	...
8	...	...	0.09	0.26	0.27	0.48	0.63	0.31	0.35	0.20	0.02	0.19	...	...	...
9	...	...	0.03	0.25	0.39	0.45	0.63	0.33	0.35	0.24	0.01	0.01	...	...	...
10	...	...	0.02	0.18	0.34	0.30	0.59	0.28	0.24	0.16	0.07	0.06	...	...	...
11	...	...	0.25	0.00	0.23	0.25	0.34	0.25	0.08	0.11	0.06	0.03	...	...	...

Tableau XVII. — Variation spéciale dans chaque saison attribuable à l'influence de la variation diurne du vent, en 1877.

HEURES.	PRESSION ATMOSPHERIQUE.		TEMPÉRATURE DE L'AIR.		DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE.	
	Six mois froids.	Six mois chauds.	Six mois froids.	Six mois chauds.	Six mois froids.	Six mois chauds.
Minuit	...	...	...	...	...	...
1 matin	0.885	0.885	0.262	0.262	...	...
2	0.885	0.885	0.286	0.286	...	...
3	0.885	0.885	0.269	0.269	...	...
4	0.885	0.885	0.249	0.249	...	...
5	0.885	0.885	0.094	0.094	...	...
6	0.885	0.885	0.134	0.134	...	...
7	0.885	0.885	0.264	0.264	...	...
8	0.885	0.885	0.216	0.216	...	...
9	0.885	0.885	0.235	0.235	...	...
10	0.885	0.885	0.207	0.207	...	...
11	0.885	0.885	0.091	0.091	...	...
Midi	0.100	0.100	0.004	0.004	...	...
1 soir	0.280	0.280	0.007	0.007	...	...
2	0.280	0.280	0.061	0.061	...	...
3	0.280	0.280	0.105	0.105	...	...
4	0.280	0.280	0.102	0.102	...	...
5	0.280	0.280	0.025	0.025	...	...
6	0.280	0.280	0.089	0.089	...	...
7	0.280	0.280	0.115	0.115	...	...
8	0.280	0.280	0.216	0.216	...	...
9	0.280	0.280	0.285	0.285	...	...
10	0.280	0.280	0.364	0.364	...	...
11	0.280	0.280	0.268	0.268	...	...

PLANCHE VIII. fig. 1

PLANCHE VIII. fig. 2

PLANCHE VIII. fig. 3

Les deux variations diurnes de la pression atmosphérique et de la déclinaison ont été assez régulières toute l'année pour qu'il soit inutile de corriger les valeurs moyennes : elles sont donc telles qu'elles ont été observées. Il n'en est pas de même pour la température de l'air : les observations n'ont été faites que toutes les trois heures et il était nécessaire d'avoir la courbe entière de la variation. A l'aide de la formule de Bessel, dont les constantes ont été calculées d'après les observations trihoraires, j'ai pu insérer tous les termes qui manquent à la variation diurne : voici les deux équations se rapportant aux deux saisons ; les valeurs qu'on en peut tirer ont servi à construire les deux courbes de la Planche VIII fig. 2.

$$X_h = + 2,924 \sin (n 45^\circ + 252.16') + 1,086 \sin (n 90^\circ + 97.6') + 0,189 \sin (n 135^\circ + 23.19')$$

$$X_p = + 3,212 \sin (n 45^\circ + 262.45') + 0,735 \sin (n 90^\circ + 99.34') + 0,209 \sin (n 135^\circ + 111.58')$$

Il me fallait enfin trouver une méthode simple et claire qui pût rendre évidente, même au premier aspect, la relation entre les variations du vent et celles des autres phénomènes. Après quelques tâtonnements, je me suis arrêté au calcul suivant.

Dans le tableau X (page 11), qui contient les sommes des chemins parcourus pendant les deux semestres de l'année 1877 par les 8 vents principaux, j'ai isolé les valeurs relatives aux vents qui pouvaient avoir par leurs variations une réelle influence sur le baromètre, le thermomètre et l'aimant de la déclinaison : ces vents sont, d'un côté, le NW, le N et le NE, de l'autre, le SE, le S et le SW. J'ai fait alors la somme des chemins à chaque heure dans l'un et l'autre groupe et comparé ces valeurs avec le somme des moyennes générales : j'obtins ainsi le mouvement horaire moyen des vents de N. et de S. dans les deux saisons, l'hiver et l'été. J'ai procédé ensuite absolument comme pour les trois autres phénomènes, c-à-d. que j'ai cherché les excès de mouvement des vents de N. et de S. aux deux époques sur le mouvement moyen général de ces mêmes vents pendant l'année entière : j'obtins ainsi des valeurs qui caractérisent tout spécialement ces deux courants pendant les deux saisons. Il ne me restait plus enfin qu'à chercher la résultante générale à chaque heure du jour et de la nuit de ces divers mouvements de l'air. Pour cela je supposai ces mouvements opposés l'un à l'autre et se neutralisant en partie; l'excès dans un sens doit indiquer de quel côté et avec quelle intensité vient à chaque heure le vent dont l'influence spéciale produit les inégalités observées dans les autres phénomènes. Dans le tableau suivant, qui renferme les résultats de ces divers calculs, les signes déterminent toujours la variation de l'intensité du vent par rapport à la moyenne intensité diurne, un accroissement pour le signe +, une diminution pour le signe —. Les nombres de la dernière colonne ne doivent donc pas être pris en valeur absolue.

Tableau XVIII.

HEURES.	Variation horaire moyenne.				MOUVEMENTS PROPRES		RÉSULTANTE OU VENT EN EXCÈS DE MOUVEMENT HIVER — ÉTÉ
	HIVER.		ÉTÉ.		DES VENTS DE		
	Vents de N.	Vents de S.	Vents de N.	Vents de S.	N. HIVER — ÉTÉ	S. HIVER — ÉTÉ	
Minuit	— 337,3	— 36,6	— 228,1	— 136,6	— 54,6 +	+ 59,0 —	S 104,6 N
1 matin	— 355,4	— 56,4	— 198,5	— 220,6	— 78,4 +	+ 82,1 —	S 160,5 N
2 —	— 362,1	— 83,0	— 181,5	— 325,3	— 88,7 +	+ 121,1 —	S 209,8 N
3 —	— 341,5	— 111,3	— 183,0	— 409,7	— 79,2 +	+ 149,2 —	S 228,4 N
4 —	— 292,8	— 134,6	— 176,4	— 432,6	— 58,2 +	+ 149,0 —	S 207,2 N
5 —	— 226,1	— 144,2	— 149,0	— 364,6	— 38,2 +	+ 110,2 —	S 148,4 N
6 —	— 149,7	— 131,2	— 93,0	— 218,7	— 28,5 +	+ 48,8 —	S 72,1 N
7 —	— 98,6	— 99,6	— 19,6	— 35,6	— 26,5 +	+ 27,5 —	N 1,0 S
8 —	+ 45,1	— 23,9	+ 82,9	+ 139,3	— 18,9 +	+ 81,6 —	N 62,7 S
9 —	+ 189,9	+ 58,8	+ 169,5	+ 263,0	+ 10,2 +	+ 102,1 —	N 112,3 S
10 —	+ 376,4	+ 132,0	+ 238,6	+ 325,9	+ 50,7 +	+ 97,0 —	N 147,7 S
11 —	+ 561,2	+ 200,1	+ 280,7	+ 343,3	+ 140,2 +	+ 71,6 —	N 211,8 S
Midi	+ 714,0	+ 224,6	+ 305,1	+ 335,4	+ 204,4 +	+ 55,4 —	N 259,8 S
1 soir	+ 776,8	+ 208,4	+ 314,5	+ 326,1	+ 231,1 +	+ 58,9 —	N 290,0 S
2 —	+ 715,3	+ 158,4	+ 308,4	+ 313,9	+ 263,5 +	+ 77,7 —	N 281,2 S
3 —	+ 531,9	+ 89,7	+ 281,1	+ 284,7	+ 125,4 +	+ 97,6 —	N 222,9 S
4 —	+ 269,4	+ 22,0	+ 223,2	+ 227,4	+ 23,0 +	+ 102,7 —	N 125,7 S
5 —	— 5,5	— 29,4	+ 132,2	+ 133,2	+ 68,9 +	+ 81,3 —	N 12,4 S
6 —	— 226,9	— 56,8	+ 16,0	+ 24,9	— 121,4 +	+ 49,8 —	S 80,6 N
7 —	— 337,8	— 61,4	— 105,4	— 69,8	— 125,2 +	+ 4,2 —	S 130,4 N
8 —	— 398,2	— 51,5	— 206,7	— 127,9	— 95,7 +	+ 38,2 —	S 133,9 N
9 —	— 380,3	— 37,2	— 268,1	— 138,0	— 56,1 +	+ 50,4 —	S 106,5 N
10 —	— 346,8	— 19,4	— 283,7	— 120,7	— 31,6 +	+ 50,6 —	S 82,2 N
11 —	— 329,6	— 26,5	— 263,3	— 112,9	— 33,1 +	+ 43,2 —	S 76,3 N
	PLANCHE VII fig. 4	PLANCHE VII fig. 5	PLANCHE VII fig. 4	PLANCHE VII fig. 5	PLANCHE VIII fig. 4	PLANCHE VIII fig. 5	

Nous avons maintenant tous les documents nécessaires pour comparer ces divers phénomènes entr'eux.

I—*Température de l'air.* — On sait assez combien les oscillations du baromètre imitent toutes les variations du thermomètre : voilà pourquoi je commence par l'inégalité observée dans la variation diurne de la température : la raison de celle-ci une fois trouvée dans les variations des vents, il ne restera pour ainsi dire qu'à conclure à la même influence relativement à l'inégalité correspondante observée aussi dans la variation normale de la pression atmosphérique.

En quoi consiste donc cette inégalité dans la variation de la température de l'air ? (*Pl. VII fig. 2 — Pl. VIII fig. 2.*) De 7 h. du soir à 8 h. du matin environ, la température de l'air est inférieure à sa valeur moyenne diurne. Et bien, on s'attendrait assez naturellement à voir cette température, en hiver, grâce à la longueur des nuits, descendre plus bas au-dessous de la moyenne diurne qu'en été. Il n'en est pas cependant ainsi : le contraire est démontré par les observations. C'est à minuit que la différence en faveur de l'hiver est la plus sensible ; elle s'est élevée en moyenne, en 1877, à + 0,62 centigr.

A partir de 4 h. du matin, l'écart s'accroît en sens inverse ; en hiver la température est beaucoup plus au-dessous de la moyenne qu'en été ; de 11 h. du matin à 6 h. du soir, les deux variations semblent se confondre. Enfin vers le coucher du soleil, la baisse du thermomètre commence à se ralentir notablement en hiver, tandis qu'elle se poursuit avec force en été, indiquant pendant toute la nuit des températures relativement plus basses que pendant les mois de froid. Voilà cette inégalité qui n'est pas un fait propre à l'année 1877, mais qui est constant : les observations des autres années en permettent la constatation et les courbes obtenues en 1875 sont absolument semblables à celles de la Planche VIII.

Maintenant cherchons si nous pourrions trouver dans les variations du vent la cause de cette inégalité thermométrique. Et d'abord, quelle est la variation diurne de la résultante des mouvements de l'air. Les courbes relatives à cette variation dans les deux Planches VII et VIII nous apprennent que par rapport à leur moyenne intensité diurne les vents de N. s'affaiblissent notablement pendant la nuit en hiver, tandis que les vents de S. y présentent une recrudescence très-sensible : les premiers y rencontrent leur minimum diurne de mouvement, les seconds leur maximum. On a ainsi dans ce fait l'explication de l'élévation de la température pendant les heures de la nuit, en hiver. En été, dans ce même temps, ce sont les vents de S. qui s'affaiblissent après avoir eu beaucoup de force pendant le jour et à leur tour les vents de N. qui étaient faibles en présence du soleil se renforcent en son absence. Et pour le dire en passant, c'est encore là une singularité que nous n'avions pu constater lorsque nous avons parlé de la variation diurne du vent, mais que la loi du mouvement oscillatoire du vent laissait soupçonner. En hiver le vent souffle avec force pendant le jour des parties N. ; le retour d'une portion des masses d'air entraînées doit s'effectuer la nuit ; en été ce sont les vents équatoriaux qui règnent pendant le jour, l'équilibre se rétablit en partie pendant la nuit par une légère recrudescence des vents polaires. Le résultat effectif et sensible de ces oscillations est de diminuer notablement pendant la nuit l'intensité du courant principal, et de donner en outre au courant opposé une force relativement plus considérable toutes les fois que pour une cause ou pour une autre il lui est permis de souffler exclusivement durant les heures de la nuit.

J'ai dit qu'à partir de 5 h. du matin, l'écart de la température sur la moyenne diurne, en hiver, était inférieur à cet écart en été. Et cela doit être puisqu'à partir de ce même instant, les vents de S. perdent rapidement de leur intensité devant les vents de N. qui viennent pour dominer pendant le jour ; en été, ce sont les vents de S. qui commencent à l'emporter en mouvement, à cette heure, sur les vents de N. dont l'intensité avait été en croissant pendant la nuit. La réalité de ces influences de la variation des vents sur la température de l'air devient plus manifeste encore dans le milieu de la journée. Vers 9 h. du matin, l'inégalité thermométrique qui vient de passer, en été, par un minimum, en hiver, par un maximum à 8 h., se relève dans la première saison et s'abaisse dans la seconde jusque vers midi, moment où elle subit une légère oscillation avant de s'élever définitivement à un second maximum, en hiver, ou de descendre à un second minimum, en été. Pourquoi cet arrêt à 8 h. du matin pourquoi cette oscillation à midi ? Les courbes du vent et surtout celles de la *fig. 5 Pl. VIII* répondent à la fois qu'entre 8 et 9 h. du matin, une nouvelle évolution s'est opérée ; les vents de S. en hiver se renforcent jusqu'à midi et diminuent d'autant l'intensité des vents contraires régnants. Ce renforcement d'une part, cette diminution de l'autre ont leur plus grand effet à midi même : c'est aussi à cet instant que le thermomètre cesse de monter ; ces vents accidentels de S. s'effacent ensuite peu à peu ; à 4 h. du soir, ils se retrouvent avoir la même force qu'à 9 h. du matin ; la température cependant ne s'est pas abaissée à partir de midi en proportion de la diminution de ces vents équatoriaux ; l'oscillation qui était réellement commencée, s'est trouvée arrêtée par l'extinction très-rapide des vents polaires aussitôt après leur maximum d'intensité, à 1 h. de l'après-midi (*fig. 4 Pl. VIII*). Aussi vers 4 h. du soir, quand le vent de S., en hiver, va reprendre de la vigueur pour la nuit

Variations diurnes abnormes photographiques, en 1877.

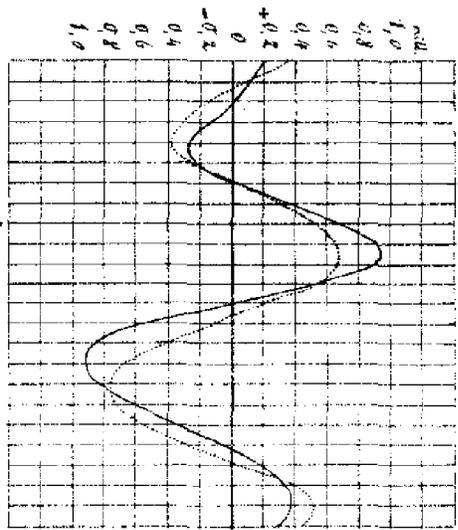


Fig. 1. - Réfraction atmosphérique

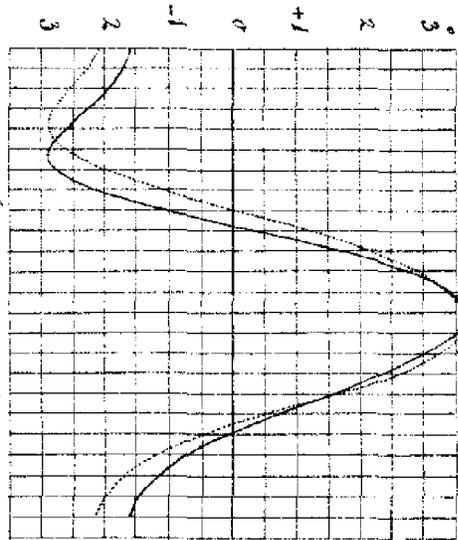


Fig. 2. - Température de l'air

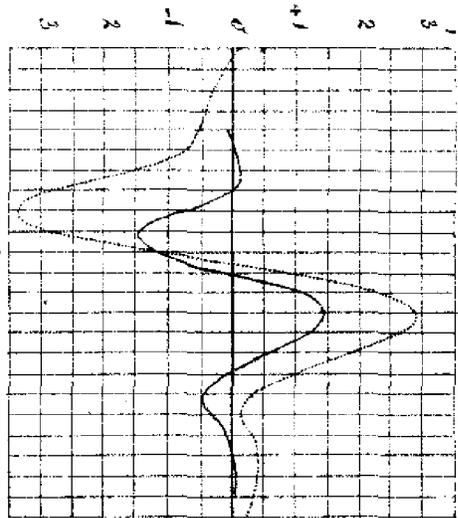


Fig. 3. - Déclinaison magnétique

Notes: \_\_\_\_\_

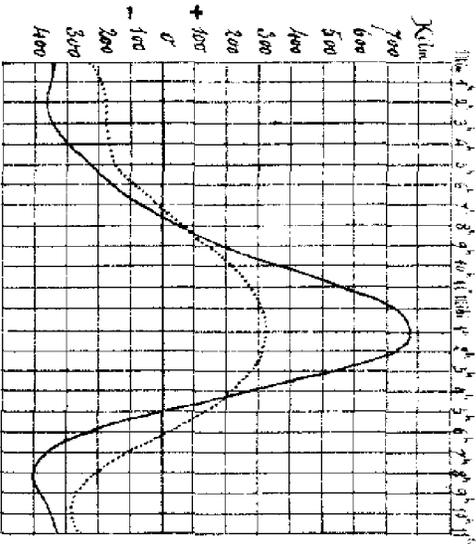


Fig. 4. - Variations des vents potentiels

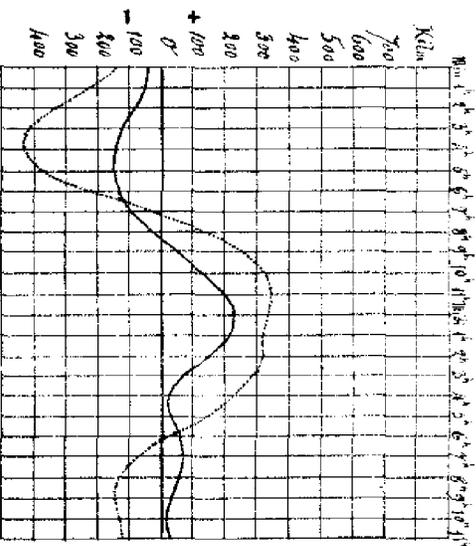


Fig. 5. - Variations des vents équatoriaux

Obtenu à la mission cath. à La Réunion (C. S. W.)

Inégalité expliquée par les variations diurnes & annuelles du vent

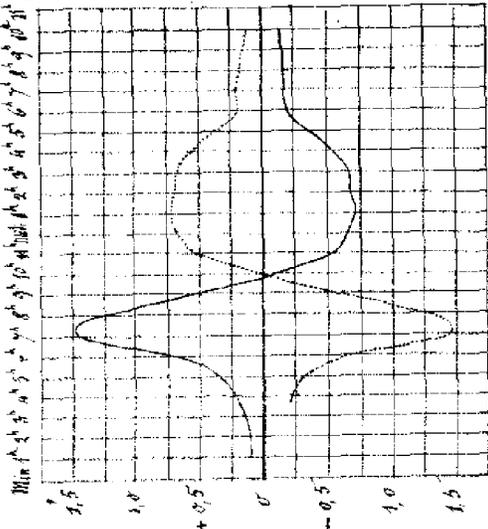


fig. 3. Déclinaison magnétique

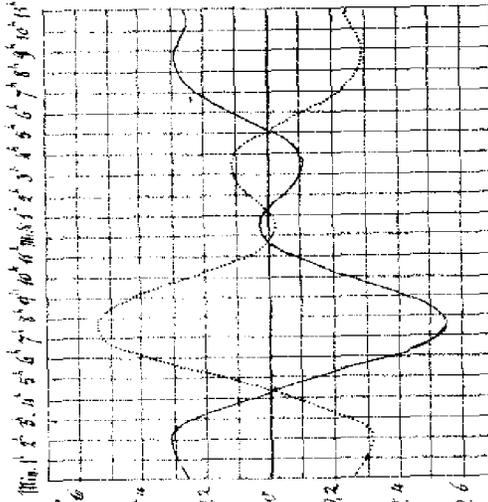


fig. 2. Température de l'air

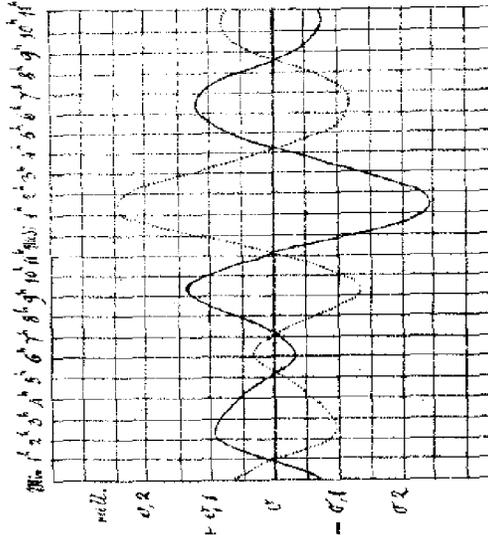


fig. 1. Pression atmosphérique

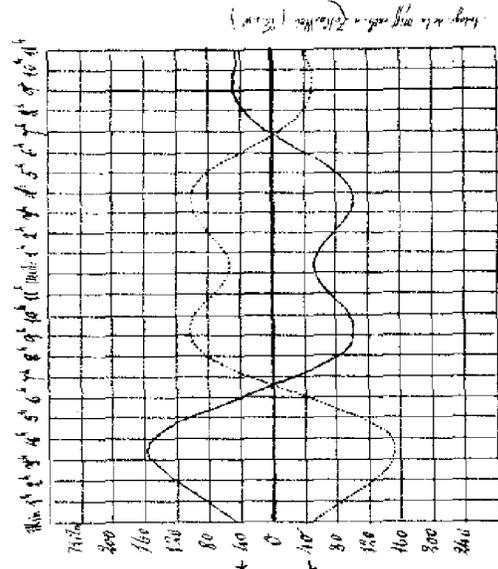


fig. 5. Inégalité dans la variation des vents écartés

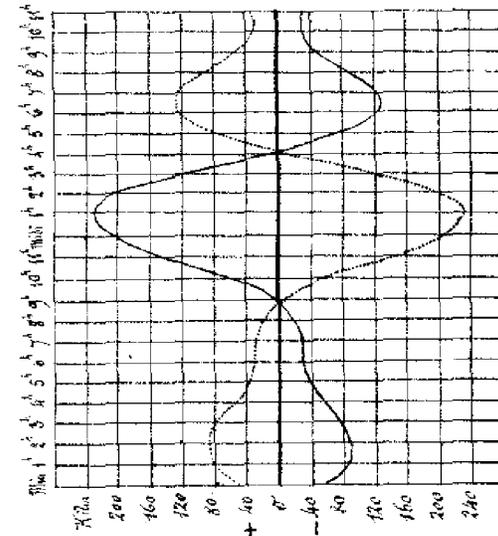


fig. 4. Inégalité dans la variation des vents polaires

Et

qui approche, le thermomètre se trouve déjà prêt à remonter et à se tenir élevé pendant les longues heures que le soleil restera invisible. Des effets inverses sont observés, en été, aux mêmes instants parce que les vents de S. présentent des évolutions inverses correspondantes.

II — *Pression atmosphérique.* — L'inégalité barométrique (*Pl. VII fig. 1 et Pl. VIII fig. 1*) est plus compliquée, mais s'explique aussi bien. Ainsi, en hiver, un premier maximum secondaire de pression se rencontre à 2 h. du matin, suivi à 6 h. d'un minimum également secondaire. Or, les vents de S., augmentant en force jusque vers 4 h. du matin, devraient apparemment porter le baromètre à ce moment à son plus bas point. Il en serait ainsi si les couches d'air inférieures, réchauffées depuis plusieurs heures par cette recrudescence des vents équatoriaux, avaient pu librement se dilater, ce que n'ont pas tout d'abord permis les couches supérieures froides et inertes. Cet échauffement n'a donc eu sur elles d'autre effet que d'augmenter pour un temps leur tension : delà ce maximum barométrique de 2 h. du matin; puis, quand enfin sous leurs efforts accumulés toute la masse de l'air a pu s'ébranler, la dilatation s'est opérée et elle n'a eu tout naturellement son plein effet qu'un peu après que la cause de l'échauffement et de la dilatation eut cessé d'agir; delà encore le minimum barométrique de 6 h.

Le maximum normal du baromètre, pendant toute l'année, se rencontre vers 10 h. du matin. L'inégalité qui nous occupe fait que ce maximum est beaucoup plus élevé en hiver qu'en été. Pourquoi? Parce que, en hiver, (l'inverse a lieu en été, époque du courant équatorial dominant), depuis 3 h. du matin environ les vents de N. vont en augmentant en force et les vents de S. en diminuant, et ce mouvement, au moins pour le courant polaire (+ en hiver, — en été) ne s'arrêtera que vers 1 h. de l'après-midi; quant au courant équatorial, on a vu plus haut qu'il atteint précisément entre 9 et 10 h. du matin son minimum d'intensité. Rien donc de plus naturel qu'à ce moment le baromètre subissent vigoureusement l'influence de ces deux causes, tendant à produire le même résultat final, je veux dire, la contraction des couches atmosphériques et l'accumulation des masses d'air considérables apportées par le courant polaire.

Entre 1 h. et 2 h. après midi, l'inégalité passe, en hiver, par un fort minimum et en été par un maximum correspondant, c. à d. que dans la courbe diurne de la variation normale la pression atmosphérique est, en hiver, à 1 h. du soir, de beaucoup inférieure à sa valeur correspondante en été. C'est qu'à ce moment, la température de l'air qui atteint son maximum normal et qui dilate librement et avec force les couches atmosphériques se trouve augmentée, en hiver, nous l'avons vu, par une recrudescence passagère du courant équatorial et diminuée, en été, par une extinction partielle et passagère également du même courant qui est alors le courant dominant. Delà la grande différence de pression observée dans les deux saisons, à cet instant du jour, différence qui s'élève à 0, 47<sup>mm</sup>.

Ce retour partiel du courant équatorial, en hiver, qui va s'accroître plus vigoureusement à partir de 4 h. du soir, produit un autre effet non moins important sur la courbe de la variation normale, c'est d'avancer de plus d'une heure le minimum barométrique observé normalement à 4 h. en été. La dépression profonde occasionnée dans cette circonstance ne peut plus ni se creuser davantage, ni se prolonger longtemps : car si déjà le vent de N., qui a eu son intensité maximum à 1 h. de l'après-midi, s'affaisse rapidement, le vent de S., de son côté, perd également de la force qu'il venait de recouvrer momentanément et ce ne sera qu'à 4 h. qu'il reviendra remplacer en énergie le courant polaire déjà au-dessous de sa moyenne intensité. Si donc d'un côté l'extinction du courant polaire qui commence à se produire n'accélère pas de beaucoup l'ascension du baromètre, cet effet, de l'autre, n'est pas empêché par le courant équatorial qui diminue aussi d'intensité et quand ce dernier courant, reprenant plus de force vers 4 h., tendra à échauffer les couches inférieures de l'atmosphère et à les dilater, cette action ne prévaudra pas contre l'effet du rayonnement vers les espaces de la chaleur accumulée jusque-là dans la masse atmosphérique; ce rayonnement très-actif à ce moment contracte les couches et permet le retour de l'air déversé de côté et d'autre lors de la dilatation.

Enfin on observe que le maximum de 10 h. du soir, contrairement à ce qui avait eu lieu pour le maximum du matin, est plus faible en hiver qu'en été. La raison en est très-simple. Ce maximum normal est dû précisément à la contraction des couches atmosphériques opérée sous l'influence du rayonnement nocturne et à la précipitation de nouvelles masses d'air dans le vide produit par cette contraction même. Or pendant ce temps, en hiver, le vent de S. s'est remis à souffler avec plus de force que pendant la journée : son action tend à ralentir cette contraction et cette précipitation; il diminue donc l'ascension du baromètre et hâte même un peu la baisse qui va commencer.

Toutes les phases de cette inégalité barométrique me semblent ainsi suffisamment expliquées. Des raisonnements analogues sont applicables aux variations de l'été; il est inutile de les répéter.

III — *Déclinaison magnétique.* — Le phénomène est ici beaucoup moins compliqué et les relations plus évidentes.

En général l'aiguille aimantée dirige vers le rhumb d'où vient le vent dominant celui de ses deux pôles qui en est le plus rapproché. La déclinaison moyenne de l'aiguille à Zi-ka-wei est constante : sa valeur est de 2° vers le NW. La variation diurne normale fait marcher le pôle Nord d'Occident en Orient depuis 5 h. du matin en moyenne jusque vers 9 h. ; d'Orient en Occident, de 9 h. à 1 h. de l'après-midi; puis l'aiguille revient à sa position moyenne qu'elle atteint vers 6 h. du soir et y reste stationnaire pendant la nuit. Or, en hiver, l'amplitude de l'oscillation diurne est considérablement faible si on la compare à l'oscillation en été : de plus, l'heure du minimum oriental du matin est avancée en hiver, ce qui n'a pas lieu pour le maximum d'élongation occidentale de l'après-midi. Je crois qu'on peut expliquer ces variations annuelles d'après les mêmes principes que ci-dessus.

L'inégalité (*Pl. VII fig. 3 et Pl. VIII fig. 3*) indique, en hiver, un très-fort maximum d'élongation occidentale à 8 h. du matin au moment même où l'inégalité correspondante dans la température de l'air offre un minimum très-accentué. C'est que vers cette heure même les vents de S., qui avaient eu de l'intensité pendant la nuit et qui ont commencé à s'affaiblir vers 4 h. devant les vents de N., atteignent leur minimum de force, tandis que les vents polaires accourent avec une vitesse toujours croissante. La variation diurne normale de la direction du vent nous a appris que ce sont alors les vents des parties occidentales qui dominent : l'aiguille doit donc naturellement tendre à diriger son pôle N. vers l'Occident et comme à ce moment la variation normale de la déclinaison devrait porter ce même pôle à l'Orient, ces deux influences contraires se neutralisent en partie et laissent l'aiguille presque au repos : de là le faible minimum de l'hiver; de là aussi l'heure hâtive de ce minimum, puisque l'attraction de l'aiguille vers l'Occident deviendra prépondérante dès que l'action qui pousse l'aiguille vers l'Orient aura commencé à se ralentir près de l'heure moyenne de son élongation normale vers l'Orient. L'inverse a lieu à 1 h. de l'après-midi. A ce moment, les vents de N. qui commencent à faiblir, et les vents de S. qui ont repris vers midi un peu de leur force première, tendent les uns et les autres à éloigner de l'Occident le pôle nord de l'aiguille qui s'y est transporté sous l'influence des variations normales du magnétisme terrestre. Donc encore à cette heure, l'élongation de l'aimant est gênée par des influences opposées et elle est plus faible que dans la saison d'été où les vents dominants étant contraires ainsi que leur variation diurne particulière agissent alors précisément dans le même sens que le magnétisme terrestre sur l'aiguille de la déclinaison : à 1 h. de l'après-midi, la différence maximum entre les deux déclinaisons moyennes de l'hiver et de l'été est de 1,44.

Telles sont ces diverses inégalités observées à Zi-ka-wei : elles ont comme on le voit une très-grande relation les unes avec les autres et je ne doute pas qu'on ne puisse expliquer de la même manière celles que doivent aussi présenter les autres phénomènes météorologiques et magnétiques.

## CHAPITRE IV.

### DES VENTS SUPÉRIEURS À ZI-KA-WEL.

Dans sa brochure sur *les mouvements de l'atmosphère*, M. le Contre-amiral Bourgeois dit, page 99 : « Quelques météorologistes ont voulu distinguer parmi les nombreuses branches des contre-courants supérieurs qui descendent à la surface du globe, successivement et en des lieux différents, deux systèmes principaux constituant une bifurcation habituelle du contre-courant général; le premier, qui retournerait immédiatement des tropiques vers l'équateur, et le second qui continuerait sa route à la surface du globe vers les régions tempérées. Mais on ne voit guère de cause générale et plausible de cette bifurcation .... En outre, si elle existait réellement, on ne manquerait pas d'observer à la limite polaire des alizés les vents de transition du SW au NW, par lesquels le contre-courant équatorial se transformerait en courant polaire. Or, ce sont au contraire des vents d'E. qu'on trouve à cette limite, dans la partie occidentale de l'Océan et dans le voisinage de la descente des contre-courants. Aussi, pour soutenir cette hypothèse d'une bifurcation habituelle, a-t-on été amené à supposer qu'une partie de l'orbite de la première branche du contre-courant équatorial était décrite dans les régions supérieures de l'atmosphère. Le lieu de cette bifurcation ne serait plus alors à la surface du globe, mais dans les hautes régions de l'air; ce qui ne la rendrait pas plus vraisemblable. »

Il faut bien avouer que les quelques observations de vents d'Ouest faites presque exclusivement au sommet du Pic de Ténériffe sont de peu de poids quand il s'agit d'asseoir une théorie aussi importante que celle des mouvements généraux de l'atmosphère et cependant c'est à peu près tout ce que l'on trouve consigné par Arago, Dove et M. Marié-Davy sur cette matière.

Je n'ai pas évidemment la prétention de trancher la question : je veux simplement apporter un témoignage de

plus en faveur de l'existence dans les régions supérieures de l'atmosphère d'un courant habituel venant de l'Ouest et pouvant être par là-même le vent de transition réclamé entre le SW et le NW par M. le Contre-Amiral Bourgois.

Qu'on veuille bien remarquer aussi que Zi-ka-wei n'est qu'à 3 degrés en latitude plus au nord que le Pic de Ténériffe, à l'occident d'un vaste Océan différent de celui dont Ténériffe occupe la partie orientale et l'on trouvera peut-être dans ces diverses circonstances une raison plausible pour généraliser le phénomène, ou au moins pour ne plus regarder comme invraisemblable la bifurcation habituelle du contre-alizé supérieur.

Quoi qu'il en soit, voici les faits que j'ai pu observer pendant l'année 1877; les bulletins précédents pourraient au besoin confirmer ces observations.

*Il existe habituellement à Zi-ka-wei un courant atmosphérique supérieur de direction constante de l'Ouest à l'Est, et rendu visible par les nuages abondants qu'il entraîne avec lui.*

L'affirmation ne peut pas être plus catégorique : elle n'est que la conclusion rigoureuse des faits observés.

J'avoue que ce n'est que vers le mois de Septembre que mon attention a été attirée sur l'existence de ce courant supérieur. Aussi ai-je cherché, depuis cette époque, à déterminer avec la plus grande exactitude la direction des Cirri. Ces nuages élevés sont très-fréquents pendant la nuit, malheureusement ce n'est qu'à la faveur de la clarté de la Lune, c'est dire trop rarement que leur direction peut être observée alors. Durant les premiers mois de l'année, Janvier et Février, ou bien ces Cirri firent défaut, ou bien je n'observai pas leur direction et n'indiquai pas toujours leur présence au ciel : aussi ai-je cru devoir dans le tableau suivant insérer pour ces deux mois les observations faites en 1878.

Les différents bulletins de l'année 1877, ont toujours fait la distinction des divers nuages emportés par ce courant supérieur : je les ai divisés en Cumulo-strati (S), en Alto-Cumuli (A), et en Cirri et Cirro-strati (K), d'après leur forme, leur grandeur et leur altitude apparente.

Tableau XVIII.— Direction des nuages supérieurs à Zi-ka-wei, en 1877.

Mois.	SSW	SW	WSW	W	WNW	WN	NNW
Janvier.	...	1 S	1 S 3 A 1 K	6 S 18 A 15 K	...	1 A	...
Février.	...	1 S	1 S ... 2 K	5 S 17 A 8 K	...	3 A	...
Mars.	...	1 S	...	6 S 8 A	...	...	1 S
Avril.	...	1 S 2 A	...	12 S 1 A 2 K	1 S	...	...
Mai.	1 A	1 S	1 A	8 S 13 A 5 K	...	2 A 1 K	...
Juin.	...	2 S	2 S 1 A	6 S 4 A 2 K	1 S 3 A	...	...
Juillet.	1 A	...	5 A 1 K	4 A 6 K	...	1 A	...
Août.	...	2 A	1 K	1 S 2 A	...	2 A 1 K	1 K
Septembre.	...	...	1 S 2 A 5 K	13 S 7 A 8 K	...	1 A 1 K	...
Octobre.	...	...	3 S 4 A 2 K	5 S 17 A 16 K	1 S 1 A	...	2 A
Novembre.	...	1 A	...	1 S 8 A 12 K	...	1 A	...
Décembre.	...	1 A	2 A	4 S 7 A 7 K	...	...	...
Totaux.	2	13	38	249	21	6	6

Il résulte manifestement de ce tableau qu'il existe au-dessus de l'horizon de Zi-ka-wei et dans les régions supérieures de l'atmosphère un fleuve aérien s'écoulant de l'Ouest à l'Est. Ce qui donne une très-grande importance à ce fait, c'est que les vents d'Ouest proprement dits, dans les couches inférieures, sont presque nuls à Zi-ka-wei. Dans les bourrasques, pendant la période ascendante du baromètre, les vents de NW sont généralement les vents régnants : ils ont alors une grande violence. Ils peuvent s'incliner jusqu'à souffler de l'WNW, mais ce n'est pas le cas habituel. Ces vents de NW si fréquents à Zi-ka-wei pendant l'hiver et durant les grandes perturbations atmosphériques ne seraient-ils pas ce même courant supérieur d'Ouest descendu dans les régions inférieures. S'il en était ainsi, Zi-ka-wei serait bien réellement situé à la limite de la région des vents alizés, et dès lors l'étude des vents serait à cette station le point capital des nos observations météorologiques.

Je ferai avant de terminer une remarque qui m'est suggérée par ces conclusions mêmes. La température moyenne subit à Zi-ka-wei des oscillations périodiques dont j'ai donné un premier exemple dans le mémoire publié dans l'Annuaire de la Société météorologique de France. Certains étés sont accompagnés de chaleurs vraiment torrides comme aussi certains hivers se font remarquer par des froids excessifs. Dans le premier cas, des vents de SW, rares habituellement, soufflent avec une grande persistance pendant le jour; dans le second cas, ce sont des vents de NW qui s'établissent pendant des mois entiers et il n'est pas extraordinaire alors de voir le thermomètre descendre à 10 et même 13 degrés

au-dessous de zéro et se maintenir au-dessous de ce même point malgré la présence d'un soleil toujours ardent. Ces alternatives de courant chaud et de courant froid ne prouveraient-elles pas que la région où la bifurcation du contre-alizé supérieur s'effectue subit, elle aussi, d'énormes changements. Si elle s'avance plus au Nord, vers le pôle, Zi-ka-wei se trouve sous la branche directe du contre-alizé dont la direction normale est du SW. au NE. La présence au-dessus de la contrée d'un fleuve d'air chaud aussi puissant ne peut manquer d'exercer une grande influence sur la température des couches inférieures : ce sera mieux encore si pour une cause ou pour une autre la région où il s'écoule vient à s'abaisser et lui permettre de verser ses ardeurs à la surface du sol. La descente et sa contraction lui rendront la chaleur que son ascension et la dilatation avaient pu lui enlever dans les régions équatoriales et rien d'étonnant si le thermomètre à l'ombre pendant le jour et même pendant la nuit se maintient habituellement au-dessus de 30° centigr. Au contraire que l'on suppose cette bifurcation opérée à une latitude inférieure. Alors la branche de retour, qui déjà s'est abaissée et se dirige, pour nous non plus du SW. au NE., ni même de l'W. à l'E, mais du NW. au SE. traverse notre contrée après s'être refroidie sur son parcours, entraînant avec elle des masses d'air en contact avec un sol déjà froid. On conçoit dès lors quelle importance peuvent avoir des observations faites simultanément dans le nord et au midi de Zi-ka-wei; leur comparaison jetterait certainement une grande lumière sur ce point toujours controversé des mouvements généraux de l'atmosphère.

D'un autre côté le même phénomène peut se présenter pour la seconde branche du contre-alizé, je veux dire pour la branche qui poursuit sa course à travers les régions tempérées jusque près du pôle, pour revenir ensuite en rasant la surface du globe avec une direction du NE. au SW. Le point de rebroussement de cette seconde branche peut s'approcher plus ou moins du pôle et l'on conçoit aisément quelles grandes variations de température on doit observer dans la branche de retour selon la latitude élevée d'où elle provient originairement. De là probablement les grands refroidissements périodiques qui se produisent sur de vastes régions, alors que le contraire peut avoir lieu dans des contrées relativement voisines. Un excès de chaleur dans la branche qui monte et qui lui permettra de s'avancer plus au Nord pourrait rendre raison de ces contrastes si frappants.

---

Cette première étude un peu étendue des variations du vent à Zi-ka-wei, n'embrasse, on a pu en faire la remarque, que les variations régulières. Je me suis tu à dessein à l'égard des variations irrégulières. Mon intention est de les étudier tout spécialement pendant l'année 1878; peut-être serai-je à même l'année prochaine de faire un second mémoire concernant ces variations irrégulières. Les observations faites sur ce sujet sont déjà nombreuses puis qu'elles embrassent cinq années; mais aussi par le fait même de leur irrégularité, ces variations peuvent plus facilement et plus longtemps échapper à un examen d'ensemble qui permette de les classer et de découvrir les lois générales qui doivent les régir.

---

## TABLE DES MATIÈRES.

\* ——— \*

Préliminaires.

CHAPITRE I. — Variation mensuelle de la direction et de l'intensité du vent.

PLANCHE I. *fig. 1* — Variation mensuelle en 1877, calculée par la formule de Lambert avec la direction et la vitesse. Chaque point de la courbe doit être supposé relié au centre par une ligne droite dont la direction et la longueur représenteront la résultante mensuelle.

*fig. 2 et 3.* — Variation mensuelle, moyenne de cinq années (1873—1877). Elles ont été calculées avec les directions et les durées du vent. La *fig. 3* montre la *fig. 2*, corrigée à l'aide de la formule d'interpolation de Bessel.

CHAPITRE II. — Variation diurne de la direction et de l'intensité du vent.

PLANCHE II. — Variation diurne du vent (direction et durée) pour l'hiver et l'été, moyennes de cinq années d'observations, corrigées à l'aide de la formule de Bessel.

PLANCHE III. — Tableau synoptique des variations des vents, pendant l'hiver.

PLANCHE IV. — id id id id pendant l'été.

Ces deux tableaux donnent le chemin *total* parcouru à chaque heure par les 8 vents pendant les deux saisons.

PLANCHE V. — Variation diurne du vent en 1877, déterminée par celle de ses deux composantes N. ou S., E. ou W., pendant les deux saisons; et variation annuelle des deux composantes.

PLANCHE VI. *fig. 1 et 2.* — Variation diurne de l'intensité résultante totale du vent pendant les deux saisons.

*fig. 3 et 4.* — id id id absolue horaire du vent id id.

CHAPITRE III. — Influence de la variation diurne et annuelle du vent sur la variation diurne du baromètre, du thermomètre et de la boussole de déclinaison.

PLANCHE VII. *fig. 1, 2 et 3.* — Variation diurne des trois phénomènes pendant les deux saisons.

*fig. 4 et 5.* — Variation diurne des vents polaires et équatoriaux dominants pendant les deux saisons.

PLANCHE VIII. *fig. 1, 2 et 3.* — Inégalité diurne observée dans la variation des trois phénomènes.

*fig. 4 et 5.* — Inégalité correspondante dans la variation des vents polaires et équatoriaux.

*Nota.* Dans la Planche VII, la ligne marquée 0 correspond à la moyenne diurne; dans la Planche VIII, la ligne marquée 0 correspond à la variation horaire moyenne de l'année et les deux courbes représentent les écarts en chaque saison sur cette variation moyenne annuelle.

CHAPITRE IV. — Des Vents supérieurs à Zi-ka-wéi : existence d'un courant habituel dirigé de l'Ouest à l'Est.

