OBSERVATOIRE DE ZI-KA-WEI

PRÈS CHANGHAI, CHINE

HARVARD
BLUE HILL
Meteorological Observatory
MILTON, MASS. U.S.A.
UNIVERSITY

# MOUVEMENTS

## DES COUCHES ÉLEVÉES DE L'ATMOSPHÈRE,

## A ZI-KA-WEI,

## DÉTERMINÉS PAR LA DIRECTION

DES

# CIRRI

PAR

LE P. MARC DECHEVRENS S. J.

*DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE.*

ZI-KA-WEI

IMPRIMERIE DE LA MISSION CATHOLIQUE

A L'ORPHELINAT DE TOU-SÈ-WÈ.

1885.

# National Oceanic and Atmospheric Administration

## 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 has been a co-operative project between the NOAA Central Library and the Climate Database Modernization Program, National Climate Data Center (NCDC). To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or Library.Reference@noaa.gov

HOV Services
Imaging Contractor
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
March 04, 2010

OBSERVATOIRE DE ZI-KA-WEI

PRÈS CHANGHAI, CHINE

# MOUVEMENTS

## DES COUCHES ÉLEVÉES DE L'ATMOSPHÈRE,

A ZI-KA-WEI,

DÉTERMINÉS PAR LA DIRECTION

DES

# CIRRI

PAR

LE P. MARC DECHEVRENS S. J.

*DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE.*

QC
940
.C62
D43
1877

ZI-KA-WEI

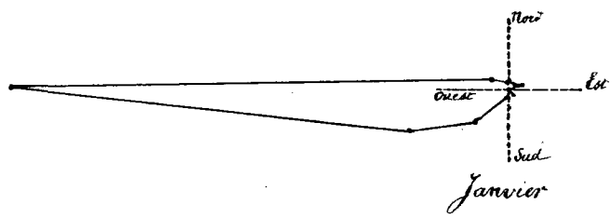
IMPRIMERIE DE LA MISSION CATHOLIQUE

A L'ORPHELINAT DE TOU-SÈ-WÈ.

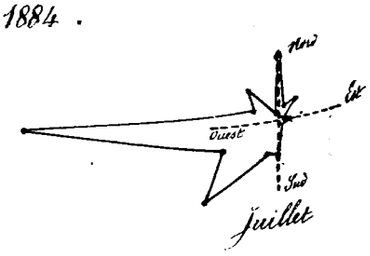
1885.

# Directions des Cirri à Zi-ka-wei, Chine.

## Huit années d'observations, de 1877 à 1884.

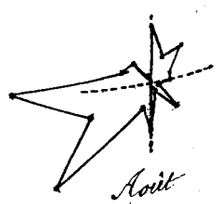



Janvier

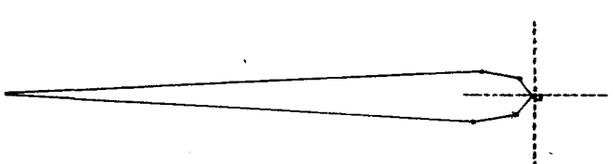



Juillet

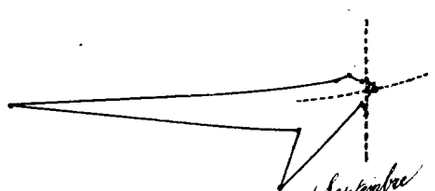
Février



Août



Mars

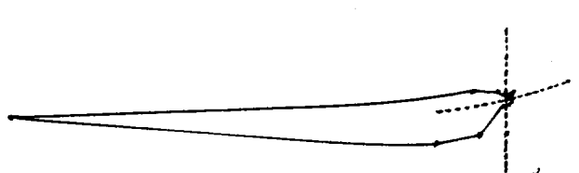


Septembre

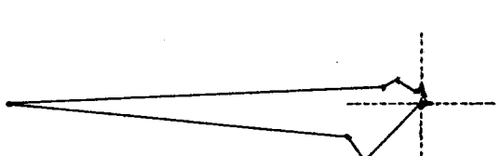
Avril

Octobre

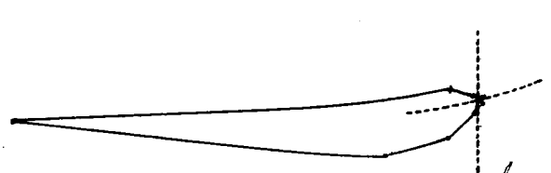
Mai



Novembre

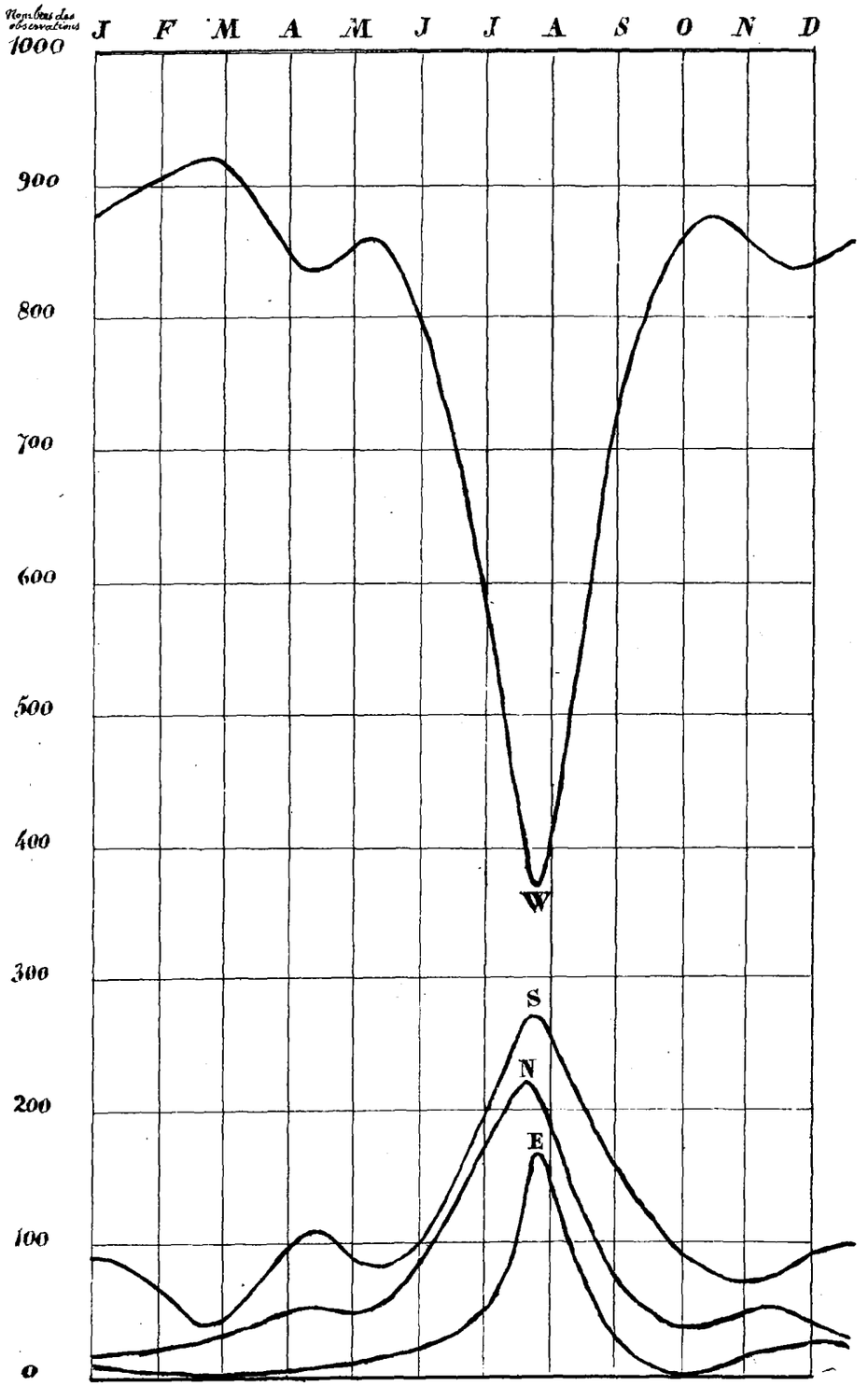


Juin



Décembre

## Directions des Cirri à Zi-ka-wei.




Toutes les observations ramenées aux quatre directions principales

# MOUVEMENTS

DES

# COUCHES ÉLEVÉES DE L'ATMOSPHÈRE,

## A ZI-KA-WEI, DÉTERMINÉES

## PAR LA DIRECTION DES CIRRI.

La Météorologie prendra un nouvel essor le jour où elle pourra avec ses instruments porter ses investigations jusque dans les hautes régions de notre atmosphère. Mais bien des chiffres seront accumulés avant que nous connaissions le pourquoi de beaucoup de phénomènes observés ici-bas : leur raison d'être est plus haut, hors de notre portée pour le moment.

Un grand pas vient d'être fait cependant dans cette voie : plusieurs stations d'observation ont été créées au sommet de montagnes élevées et isolées, et les résultats déjà obtenus sont de nature à encourager ces premiers efforts.

D'autre part, l'anémomètre nouveau que je vais avoir l'honneur d'offrir aux météorologistes comme moyen de *voir*, dans l'inclinaison des vents sur l'horizon, le lien qui unit entr'elles les diverses couches de l'air, en élargissant le cadre de leurs observations, déchirera peut-être une partie du voile qui cache à leurs yeux le mécanisme des grands mouvements circulatoires et tourbillonnaires de notre atmosphère.

Jusqu'ici un seul moyen a été en notre pouvoir pour pénétrer quelque peu dans les hautes régions de l'air, l'observation des mouvements des nuages formés à de grandes altitudes, nuages bien distincts par leur aspect et leur forme de ceux que les vents de surface emportent avec eux. Huit années d'observations non interrompues faites à Zi-ka-wei me paraissent suffisantes pour donner crédit à quelques considérations utiles et justifier certaines conclusions qui ne manqueront pas d'importance.

## I. LES CIRRI A ZI-KA-WEI.

Je n'ai jamais vu aucune utilité pratique à multiplier les types généraux auxquels je devais ramener les nuages observés dans les régions élevées de l'atmosphère : ces types sont au nombre de trois seulement, les *Alto-cumuli*, les *Cirri* (panachés) et les *Cirro-strati*.

1. *Alto-cumuli*, Ac. — Dans son magnifique Atlas photographique de la *Classification des nuages à Upsal* (1879) Mr Hildebrand Hildebrandsson dit en parlant des nuages de la *pl.* 10e qu'ils se rencontrent au-dessus des Cumuli et qu'ils sont probablement ceux auxquels dans beaucoup d'observatoires on a donné le nom d'*Alto-cumuli*, dénomination heureuse puisqu'ils forment un intermédiaire entre les nuages bas et les plus élevés. C'est bien notre cas à Zi-ka-wei, et les bulletins mensuels de l'Observatoire, à partir du commencement de l'année 1877, peuvent témoigner combien fréquents sont ici ces *Alto-cumuli*.

2. *Cirri* : K. — Ces beaux nuages panachés sont trop remarquables et trop connus pour qu'il soit besoin de les décrire ici. Dans l'Atlas d'Upsal de bons exemples en sont donnés dans les *pl.* 1. 2. *et* 3.

3. *Cirro-strati* : Ks. — Plus élevés ordinairement que les Cirri panachés, les Cirro-strati semblent souvent se relier immédiatement avec les Alto-cumuli inférieurs à travers les couches aériennes qui séparent leurs lits respectifs. On peut se les représenter comme des Alto-cumuli portés dans de très hautes régions de l'air, comme les Alto-cumuli ne sont eux-mêmes que des Cumuli dans une région moyennement élevée : la distance verticale donnerait seule son aspect particulier à chacun de ces nuages qui ne différeraient ainsi que par la grosseur apparente.

Ces trois types me semblent parfaitement caractérisés et comprennent toutes les formes que peuvent affecter les nuages supérieurs.

Pendant neuf mois de l'année la direction des couches élevées de l'air, indiquée par la marche des Cirri, est, comme on va le voir, remarquablement constante à Zi-ka-wei; de plus leur vitesse de translation est souvent considérable, de sorte que l'observation des Cirri est ici chose commune et aisée.

Ces observations se font, à Zi-ka-wei, sept fois par jour, c'est-à-dire de trois en trois heures, de 4h du matin à 10h du soir. Or, si l'on prend garde que la nuit elles ne sont possibles qu'à la faveur de la Lune et qu'à notre latitude de 31° le soleil se lève, au plus tôt, à 5h du matin, et se couche, au plus tard, à 7h du soir, on conviendra que les 5388 observations (1) de direction des Cirri faites durant les huit dernières années attestent hautement l'importance des courants atmosphériques supérieurs à notre station.

## II. DIRECTIONS DES NUAGES SUPÉRIEURS DE 1877 A 1884.

| | | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | NNE | NE | ENE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1877 | Janvier | . | . | . | . | . | . | . | 14 | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Février | . | . | . | . | . | 1 | . | 16 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | 1 | . | 1 | . | 9 | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | . | . | . | . | 3 | . | 15 | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Mai | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | 26 | 3 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Juin | . | . | . | . | . | 2 | 3 | 12 | 4 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Juillet | . | . | . | 1 | 1 | . | 6 | 10 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Août | . | . | . | . | . | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | . | . | . | . | . | 1 |
| | Septembre | . | . | . | . | 1 | . | 8 | 28 | 2 | . | . | . | . | 1 | . | . |
| | Octobre | . | . | . | . | 1 | 1 | 9 | 38 | 2 | 2 | . | . | . | . | . | . |
| | Novembre | . | . | . | . | . | 1 | . | 21 | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . |
| | Décembre | . | . | . | . | . | . | 2 | 18 | . | . | . | . | . | . | . | |

(1) — Dans ce nombre ne sont pas comprises les observations faites durant les 8 premiers mois de l'année 1885, observations que j'ai cru bon d'ajouter à la suite de la série étudiée commençant à 1877 et finissant avec 1884; ces observations de 1885, au nombre de 719 ne sont pas davantage entrées dans le calcul des moyennes générales.

| | | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | NNE | NE | ENE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1878 | Janvier | . | . | . | . | . | 1 | 5 | 28 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | Février | . | . | . | . | . | . | 3 | 28 | 3 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | . | . | 1 | 9 | 44 | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | . | . | . | . | . | 11 | 18 | 2 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Mai | . | . | . | . | . | . | 8 | 55 | 5 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Juin | . | 1 | . | . | . | . | 4 | 71 | 5 | 2 | . | . | . | . | . | . |
| | Juillet | . | 1 | . | . | 2 | 2 | 7 | 49 | 3 | 4 | 1 | 6 | 1 | . | . | 1 |
| | Août | 1 | 4 | 1 | 1 | . | 7 | 1 | 20 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 8 | 3 | 3 |
| | Septembre | . | . | . | 1 | 4 | 5 | 8 | 40 | 1 | 2 | . | . | 1 | 1 | . | 4 |
| | Octobre | . | . | . | . | 1 | . | 12 | 18 | 2 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Novembre | . | . | . | . | . | 2 | 15 | 34 | 3 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Décembre | . | . | . | . | . | . | 3 | 18 | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| 1879 | Janvier | . | . | 1 | . | . | 1 | 3 | 29 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | Février | . | 1 | 1 | . | . | 2 | 4 | 31 | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | . | . | 2 | 3 | 39 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | . | . | . | 1 | . | 4 | 38 | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . |
| | Mai | . | . | . | 1 | 1 | 3 | 9 | 40 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Juin | . | 1 | . | 1 | . | 5 | 11 | 31 | 1 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| | Juillet | . | . | . | . | 1 | 6 | 8 | 22 | . | 5 | 3 | 22 | 3 | 5 | . | 1 |
| | Août | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 26 | 15 | 16 | 1 | 3 | 1 | 11 | . | 7 | 3 | 5 |
| | Septembre | . | . | 1 | 1 | . | 6 | 5 | 59 | 3 | 3 | . | . | . | . | 1 | 1 |
| | Octobre | . | . | . | . | 1 | 3 | 5 | 88 | 6 | 3 | . | . | . | . | . | . |
| | Novembre | . | . | 1 | . | . | 1 | 7 | 59 | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| | Décembre | . | . | . | . | 1 | 2 | 7 | 26 | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| 1880 | Janvier | . | . | . | . | 2 | 3 | 7 | 34 | . | . | . | 2 | . | . | 1 | . |
| | Février | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 17 | 2 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | . | . | . | 3 | 48 | 5 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | . | . | 1 | . | 4 | 2 | 51 | 2 | 4 | 1 | . | . | . | . | . |
| | Mai | . | . | . | . | 3 | 7 | 8 | 70 | 4 | 2 | . | . | . | . | . | . |
| | Juin | . | . | . | . | . | 2 | 10 | 78 | 4 | 5 | . | . | 1 | . | . | . |
| | Juillet | . | . | . | 4 | 7 | 23 | 5 | 22 | 9 | 17 | . | 2 | . | . | . | . |
| | Août | 1 | 3 | . | 3 | . | 10 | 4 | 21 | 12 | 5 | . | 1 | 1 | 2 | . | 2 |
| | Septembre | 1 | . | 1 | . | 1 | 17 | 9 | 23 | 3 | 6 | 1 | 4 | . | 1 | . | 2 |
| | Octobre | . | . | . | . | . | 7 | 15 | 45 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Novembre | . | 1 | . | . | 1 | 6 | 9 | 24 | . | 1 | . | . | . | 4 | . | 1 |
| | Décembre | . | . | . | 1 | . | 7 | 8 | 37 | 4 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| 1881 | Janvier | . | . | . | . | 2 | 11 | 13 | 17 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Février | . | . | . | 2 | . | 6 | 15 | 15 | . | 3 | . | . | . | . | . | . |
| | Mars | 1 | 1 | . | . | . | 5 | 6 | 17 | 5 | 2 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | 1 | . | 1 | 2 | 12 | 13 | 20 | 3 | 7 | . | . | . | . | . | . |
| | Mai | 1 | . | . | 2 | 2 | 3 | 19 | 25 | 5 | 3 | . | . | . | . | . | . |
| | Juin | . | . | . | . | 1 | 33 | 20 | 11 | 3 | 7 | . | 4 | 2 | . | . | . |
| | Juillet | . | . | 2 | 6 | 3 | 26 | 16 | 23 | . | 1 | . | 10 | 5 | 6 | 1 | . |
| | Août | 2 | 13 | 1 | 7 | 6 | 7 | 3 | 1 | . | 1 | . | . | 1 | 3 | 2 | 1 |
| | Septembre | . | . | . | 7 | 5 | 32 | 9 | 15 | 4 | 1 | 5 | . | . | . | . | . |
| | Octobre | . | . | . | . | 1 | 8 | 11 | 36 | 4 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Novembre | . | . | . | . | . | 4 | 4 | 40 | 11 | 5 | . | . | . | . | 1 | . |
| | Décembre | . | . | . | . | 1 | 7 | 6 | 38 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 |
| 1882 | Janvier | . | . | 1 | . | 1 | 2 | 4 | 8 | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . |
| | Février | . | . | . | . | . | 4 | 3 | 32 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | . | . | 1 | 5 | 26 | 10 | 3 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | . | 1 | 1 | 1 | 4 | 11 | 42 | 9 | 2 | . | . | . | . | . | . |
| | Mai | . | . | . | . | 1 | 3 | 8 | 35 | 6 | 6 | 2 | 1 | . | 5 | . | 4 |
| | Juin | . | . | . | . | 1 | 11 | 12 | 66 | 7 | 5 | 3 | 1 | . | . | . | . |
| | Juillet | 2 | 1 | . | 4 | 3 | 8 | 4 | 37 | 6 | 6 | . | 6 | . | . | . | . |
| | Août | 2 | 1 | . | 2 | 4 | 12 | 4 | 2 | 2 | 3 | . | 11 | . | 3 | 2 | 2 |
| | Septembre | . | 1 | 1 | 4 | . | 11 | 6 | 53 | 7 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | . | . |
| | Octobre | . | . | . | 3 | 1 | 6 | 11 | 36 | 9 | 3 | . | 1 | . | . | . | . |
| | Novembre | . | . | . | . | 1 | 5 | 7 | 28 | 3 | 1 | . | . | . | 1 | . | . |
| | Décembre | . | 1 | . | 3 | 3 | . | 3 | 24 | 1 | 1 | . | 2 | . | 3 | 4 | 1 |
| 1883 | Janvier | . | . | . | . | . | . | 4 | 12 | . | . | . | . | . | . | 2 | 1 |
| | Février | . | . | . | . | . | 1 | . | 9 | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| | Mars | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 30 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | 1 | . | . | . | 2 | 5 | 8 | 42 | 3 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | 1 |
| | Mai | . | . | . | 2 | . | 6 | 2 | 57 | 2 | 9 | 1 | . | . | . | . | . |
| | Juin | 1 | . | . | 1 | . | 7 | 2 | 41 | 2 | 4 | 3 | 5 | . | . | . | 4 |
| | Juillet | 1 | . | . | 10 | 9 | 17 | 6 | 59 | 1 | 5 | . | 2 | . | . | . | 2 |
| | Août | . | . | 3 | 10 | . | 11 | 2 | 5 | . | 3 | 2 | 10 | 2 | 3 | 6 | 4 |
| | Septembre | . | . | . | 3 | . | 3 | 11 | 62 | 4 | 3 | 5 | 3 | . | 2 | . | . |
| | Octobre | 1 | . | . | . | . | 7 | 10 | 25 | 2 | 2 | 2 | 2 | . | . | . | . |
| | Novembre | . | . | 1 | . | . | 1 | 3 | 44 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Décembre | . | . | . | . | . | . | 11 | 32 | 6 | . | . | . | . | . | . | . |
| 1884 | Janvier | . | . | . | . | . | . | 6 | 49 | 6 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Février | . | . | . | . | . | . | 5 | 51 | . | . | 1 | . | . | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | . | . | 1 | 3 | 37 | 3 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| | Avril | . | . | . | . | . | 2 | 15 | 36 | 5 | 2 | . | 1 | . | . | . | . |
| | Mai | . | . | . | 2 | . | 11 | 13 | 57 | 2 | 3 | . | 1 | . | 1 | . | . |
| | Juin | . | . | . | 1 | . | 13 | 8 | 43 | 6 | 2 | 4 | 4 | . | . | . | . |
| | Juillet | 1 | 2 | 2 | 8 | 10 | 11 | 5 | 12 | 1 | 3 | 1 | 9 | 7 | 12 | . | 1 |
| | Août | . | . | . | 4 | 3 | 15 | 17 | 30 | 2 | 2 | . | 2 | 13 | 7 | 4 | 1 |
| | Septembre | . | . | 1 | 3 | 2 | 27 | 7 | 13 | 2 | 5 | 1 | 1 | . | . | 2 | 2 |
| | Octobre | . | . | 2 | . | 1 | 4 | 4 | 29 | 3 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Novembre | . | 1 | . | 2 | . | . | 2 | 30 | 3 | 2 | . | 3 | . | 2 | 1 | . |
| | Décembre | . | 2 | . | 1 | 2 | 3 | 8 | 23 | 2 | 1 | . | . | . | . | . | . |

| | | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | NNE | NE | ENE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1885 | Janvier | . | 1 | . | . | . | 4 | 5 | 55 | 4 | 2 | 1 | 2 | . | . | . | . |
| | Février | . | . | . | 1 | . | 3 | 6 | 47 | 2 | 1 | . | . | 1 | . | . | . |
| | Mars | . | . | . | 2 | . | 1 | 2 | 48 | 3 | 2 | 1 | 1 | . | 1 | . | . |
| | Avril | . | . | . | 2 | 1 | 7 | 17 | 26 | 2 | . | . | . | . | . | . | . |
| | Mai | . | 3 | . | . | . | 10 | 16 | 63 | 10 | 3 | . | . | . | . | . | . |
| | Juin | . | . | . | 1 | 1 | 8 | 9 | 62 | 5 | 3 | 4 | 2 | . | . | . | . |
| | Juillet | . | 1 | 1 | 1 | 5 | 36 | 9 | 28 | 6 | 2 | 10 | 16 | 13 | 13 | 5 | 5 |
| | Août | 2 | 6 | 5 | 11 | 2 | 7 | 13 | 20 | 3 | 9 | 2 | 9 | 1 | 6 | 1 | 14 |

Un simple coup d'œil sur ces séries d'observations donne déjà une idée assez claire de la direction générale des Cirri au-dessus de l'horizon de Zi-ka-wei et de sa variation mensuelle.

Mais dans le tableau suivant et sur la *pl.* 1 qui résume toutes ces observations la direction presque unique de l'Ouest à l'Est saute aux yeux pour tous les mois de l'année, sauf Juillet et Août, c'est-à-dire sauf les deux mois des chaleurs torrides : à cette dernière époque toutes les autres directions viennent se mêler à la direction principale d'Ouest qui domine encore malgré tout.

SOMMES MENSUELLES (1877-1884)
ramenées à 1000 observations par mois

| Mois | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | NNE | NE | ENE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | . | . | 7 | . | 18 | 66 | 153 | 695 | 33 | 7 | . | 7 | . | 4 | 11 | . |
| Février | . | 4 | 4 | 8 | . | 57 | 121 | 754 | 27 | 19 | 4 | . | . | 4 | . | . |
| Mars | 3 | 3 | . | 3 | . | 36 | 94 | 757 | 73 | 30 | . | . | . | . | . | . |
| Avril | 2 | 2 | 2 | 10 | 14 | 72 | 154 | 629 | 60 | 41 | 5 | 7 | . | . | . | 2 |
| Mai | 2 | . | . | 13 | 15 | 62 | 124 | 664 | 51 | 44 | 5 | 4 | . | 11 | . | 7 |
| Juin | 2 | 3 | . | 5 | 3 | 119 | 119 | 575 | 52 | 49 | 20 | 26 | 8 | 2 | 2 | 15 |
| Juillet | 5 | 6 | 6 | 51 | 56 | 145 | 89 | 365 | 36 | 66 | 8 | 89 | 25 | 39 | 2 | 12 |
| Août | 16 | 48 | 18 | 64 | 40 | 180 | 94 | 194 | 44 | 40 | 8 | 76 | 36 | 66 | 36 | 36 |
| Septembre | 2 | 2 | 7 | 32 | 22 | 171 | 106 | 495 | 44 | 37 | 22 | 19 | 5 | 14 | 5 | 17 |
| Octobre | 2 | . | 4 | 6 | 12 | 64 | 159 | 649 | 60 | 23 | 4 | 6 | . | . | . | . |
| Novembre | . | 5 | 5 | 5 | 5 | 50 | 117 | 697 | 55 | 25 | . | 10 | . | 17 | 5 | 2 |
| Décembre | . | 9 | . | 15 | 21 | 58 | 145 | 654 | 45 | 15 | . | 9 | . | 9 | 12 | 6 |
| **Par saisons** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J. F. M. | 1 | 2 | 4 | 4 | 6 | 53 | 128 | 735 | 44 | 19 | 1 | 2 | . | 3 | 4 | . |
| A. M. J. | 2 | 2 | 1 | 9 | 11 | 84 | 132 | 623 | 54 | 45 | 10 | 12 | 3 | 4 | 1 | 8 |
| J. A. S. | 8 | 19 | 10 | 49 | 39 | 165 | 96 | 351 | 41 | 48 | 13 | 61 | 22 | 40 | 14 | 22 |
| O. N. D. | 1 | 5 | 3 | 9 | 13 | 57 | 140 | 667 | 53 | 21 | 1 | 8 | . | 9 | 6 | 3 |
| Hiver | 1 | 3 | 3 | 6 | 9 | 52 | 131 | 701 | 49 | 20 | 1 | 5 | . | 6 | 5 | 1 |
| Eté | 5 | 10 | 6 | 29 | 25 | 125 | 114 | 487 | 48 | 45 | 11 | 37 | 12 | 22 | 8 | 15 |
| Année | 3 | 6 | 5 | 18 | 17 | 88 | 122 | 594 | 49 | 32 | 6 | 21 | 6 | 14 | 6 | 8 |

La *pl.* 2e présente le même fait sous une autre forme. Toutes les directions observées ont été réduites à quatre directions principales, W. S. E. N.; la *planche* est le tracé graphique du Tableau suivant:

Directions générales des Cirri, 1877-1884

| Mois | W | S | E | N | Résultantes W | Résultantes S |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 877 | 90 | 11 | 16 | 866 | 74 |
| Février | 906 | 71 | 5 | 20 | 901 | 51 |
| Mars | 916 | 41 | 2 | 33 | 913 | 8 |
| Avril | 851 | 96 | 5 | 46 | 846 | 50 |
| Mai | 854 | 87 | 14 | 47 | 840 | 40 |
| Juin | 794 | 98 | 22 | 86 | 772 | 12 |
| Juillet | 581 | 196 | 47 | 176 | 534 | 20 |
| Août | 420 | 249 | 145 | 182 | 275 | 67 |
| Septembre | 723 | 167 | 33 | 77 | 690 | 90 |
| Octobre | 862 | 89 | 2 | 35 | 860 | 54 |
| Novembre | 865 | 69 | 17 | 46 | 848 | 23 |
| Décembre | 840 | 90 | 23 | 35 | 817 | 55 |
| Année | 792 | 113 | 28 | 67 | 764 | 46 |

De toutes manières et toute l'année les vents supérieurs de l'Ouest à l'Est sont incomparablement plus fréquents que les autres, et ce n'est qu'au fort de l'été que l'ensemble des vents d'Ouest, de Sud-Ouest à Nord-Ouest, déclinent assez pour voir les autres courants leur faire une concurrence sérieuse.

## III. CES VENTS D'OUEST DES RÉGIONS SUPÉRIEURES NE SERAIENT-ILS PAS UNE BIFURCATION DU CONTR'ALIZÉ?

L'énorme vitesse linéaire des points de la surface terrestre à l'équateur a dû porter sur ce cercle une grande partie des masses d'air qui dans l'origine ont pu être uniformément distribuées sur le globe : nous devons donc trouver à la surface de l'atmosphère une pente très prononcée allant de l'équateur aux pôles. Cette pente est encore exagérée par l'effet de l'inégale distribution de la chaleur solaire : aux pôles il y a contraction opérée par une température extrêmement basse, à l'équateur il y a dilatation due à un grand excès de chaleur. La force centrifuge, développée par la rotation du globe, ne peut donc pas s'opposer au mouvement qui tend à s'établir de l'équateur vers le pôle; ce mouvement existe en vertu de l'excès de pente produit par la différence des températures extrêmes. Telle est la cause de ce grand transport d'air qui se fait par les hautes régions de l'atmosphère et qui est observable sous toutes les latitudes.

Quelles sont les conséquences immédiates de l'établissement de ce courant supérieur dirigé de l'équateur vers le pôle (nous ne considérerons que ce qui se passe dans notre hémisphère)? Sur l'équateur, à la surface du sol, la pression doit être sensiblement diminuée, tandis que plus haut, vers 30° de latitude, la chûte des masses d'air venant de la zône équatoriale doit augmenter la pression. Cette différence de pression, en bas, donne naturellement naissance à un courant inférieur de sens opposé au courant supérieur : ce courant est connu sous le nom d'Alizé de NE. (non de N., à cause de la déviation produite par la rotation du globe, comme cette même rotation dévie en sens opposé le courant supérieur qui ne court pas directement du S. au N., mais bien du SW. au NE.) : sa limite nord un peu variable est par 25° ou 28° de latitude.

Pourquoi l'alizé ne commence-t-il pas plus haut que cette latitude? En voici une raison. L'appel d'air qui se fait vers l'équateur n'aura pas en dehors de la zône équatoriale son effet maximum au ras du sol, à cause de la courbure de la terre et à cause des frottements contre les aspérités de la surface; ces frottements suffraient seuls à neutraliser cet appel à une certaine distance. Le maximum d'effet aura lieu le long de la tangente à l'équateur ou aux points les plus échauffés : c'est dire que, à des distances de plus en plus grandes de l'équateur, l'appel s'exercera sur des couches aériennes de plus en plus élevées. Si donc l'on voulait rechercher le lieu de plus grande intensité de l'alizé au delà de 15° au 18° de latitude où cette intensité est maximum à la surface, il faudrait s'élever de plus en plus au-dessus du niveau de la mer. Mais alors cet appel ne doit-il pas se faire sentir jusque sur le courant supérieur qui coule vers le pôle et qui est, en fin de compte, la cause originelle de l'alizé? Sans aucun doute. Les masses d'air qui le constituent ont d'ailleurs commencé à perdre de leur chaleur et de leur humidité; elles sont devenues plus lourdes; et comme elles sont toujours une surcharge pour les masses inférieures, elles tendent à les pénétrer et à descendre vers le sol. Dès lors une partie est saisi par l'attraction qui s'exerce vers l'équateur; le reste continue à s'avancer vers le Nord-Est tout en communiquant peu à peu son propre mouvement aux masses d'air immobiles de la zône tempérée qu'il traverse. Ainsi se trouvent établis, d'un côté l'alizé de

NE. sous les tropiques, de l'autre les vents constants de SW. des latitudes moyennes. (1).

Ce préambule un peu long va me servir à résoudre la question mise en tête de ce paragraphe. Nous admettons donc comme suffisamment justifiée une bifurcation du courant supérieur ou contr'alizé, et cette bifurcation doit se faire aux environs du 30e parallèle de latitude. Or, à quel signe la reconnaîtrons-nous? En premier lieu, à une déviation nettement accusée sur la droite du courant normal dirigé du Sud-ouest au Nord-est : sa direction doit devenir d'abord franchement Ouest-est, puis NW. et N. à mesure qu'il se rapproche de la surface. En second lieu, à une correspondance entre les variations de l'alizé de NE. inférieur et les variations d'intensité du courant bifurqué, puisque l'alizé est sensé lui devoir son alimentation normale.

Notre courant supérieur, à Zi-ka-wei, semble satisfaire pleinement à ces deux conditions : c'est un courant constant d'Ouest à Est, et il a présenté en plusieurs circonstances la plus intéressante correspondance avec le vents de surface des tropiques, au Sud de la Chine. Voyons ces deux points en détail.

## § 1 — LES COUCHES SUPÉRIEURES DE L'AIR, SUR NOTRE PARALLÈLE, VONT DE L'OUEST A L'EST.

Sous les tropiques, on le sait, la direction du contr'alizé est franchement du Sud-ouest au Nord-est, c'est-à-dire directement opposée aux vents de surface. Dans la zône tempérée, courants supérieurs et vents de surface ont la même direction du Sud-ouest au Nord-est. A la limite commune de ces deux zônes les courants supérieurs sont d'Ouest. Plus loin vers le Nord, on trouve sous le cercle polaire, des indices d'une autre bifurcation, les courants supérieurs marchant fréquemment du Nord-ouest au Sud-est. Enfin dans la zône glaciale ils *doivent* avoir repris leur direction normale de Sud-ouest, puisque nous retrouvons en bas, dans cette zône, des vents polaires de NE. comme sous les tropiques : le pôle même serait donc le lieu final d'aboutissement et de descente de ces courants équatoriaux supérieurs, et par le fait même le lieu d'origine de l'alizé polaire (2).

Cette circulation générale de l'atmosphère à la surface du globe, dans l'hémisphère nord, est un

---

(1) Une autre raison peut être assignée à cette descente du courant supérieur et à son partage en deux courants de surface opposés à partir de 30 ou 35° de latitude. Les différences extrêmes de température à l'équateur et aux pôles étant constantes, il y a sur la ligne écoulement constant le long de la pente créée par ces différences mêmes. Toute la masse d'air qui tombe ainsi incessamment de la protubérance équatoriale doit nécessairement trouver un débouché qui lui permette de revenir tôt ou tard à son point de départ après refroidissement complet pour rentrer dans une nouvelle circulation après un nouvel échauffement. Or, qui ne voit tout de suite que, même en tenant compte de la contraction que cet air subira dans son trajet de l'équateur au pôle par l'effet de son refroidissement, la surface de la calotte polaire qui est le lieu naturel et dernier de la descente du courant équatorial vers la surface de la terre, ne pourrait recevoir toutes les masses sorties de l'équateur sans donner lieu au pôle même et dans la zône glaciale à des courants verticaux, puis horizontaux et polaires, d'une densité et d'une violence inouies. Ces courants polaires existent sans doute, et ils doivent exister puisqu'en réalité il se fait au pôle une descente du courant équatorial supérieur ; mais rien ne donne à penser que ce courant vertical soit aussi puissant qu'il devrait être dans la supposition d'un débouché unique. Donc, le courant équatorial avant d'arriver au pôle a dû se partager en plusieurs branches dont une au moins a servi à ramener vers l'équateur après un refroidissement partiel l'excès d'air que n'auraient pu recevoir les latitudes supérieures. Des considérations géométriques relatives aux propriétés de la sphère, le maximum de pression et les calmes relatifs que l'on rencontre vers 30° de latitude, enfin cette curieuse particularité observée sur ce même parallèle qu'il est le lieu de séparation des deux systèmes de vents contraires et constants, celui de la zône équatoriale (l'alizé de NE.) et celui de la zône tempérée (vents de SW. et d'W.), tout fait croire que c'est là le lieu de descente de la première branche de retour du contr'alizé supérieur.

(2) L'alizé polaire, comme l'alizé équatorial, a une marche rectiligne horizontale. Parti du pôle ou de ses environs, il suivra la tangente au globe en ce point et viendra aboutir, sous le cercle polaire, dans une région aérienne moyennement élevée. Il s'y rencontrera, là, avec les courants de SW. qui ont, toujours par le même principe de l'action en ligne droite, quitté les couches inférieure de la zône tempérée pour se relever en apparence. Cette rencontre des deux courants opposés occasionne une bifurcation ou un renversement partiel du courant supérieur, comme le montrent les observations d'Upsal citées plus loin.

peu théorique : la distribution des terres et des mers modifient sensiblement cette allure des courants généraux. Les maxima et minima barométriques, qui indiquent les lieux de descente et de réascension de ces courants aériens sous le 30e et 60e degré de latitude respectivement, sont localisés de manière à produire des mouvements tourbillonnaires constants, qui donnent à cette circulation générale un aspect particulier, en apparence bien différent de la circulation théorique. Mais il n'entre pas dans mon cadre de m'étendre davantage sur ce sujet qui demanderait de trop longs développements.

Voici, pour 3 stations choisies entre 30° et 60° de latitude nord, dans quelles directions se fait le mouvement des couches supérieures de l'air : pour rendre comparables entr'eux les nombres d'observations marquant la fréquence des Cirri, seuls témoins de ces mouvements, je les ai ramenés à ce qu'ils auraient été pour un ensemble de 1000 observations.

FRÉQUENCE DES CIRRI DANS LEUR TROIS DIRECTIONS PRINCIPALES
(sur 1000 observations)

| Stations | | SW | W | NW | Nombres d'observations |
|---|---|---|---|---|---|
| Zi-ka-wei (Chine) | latit. 31°.12′ | 163 | 667 | 63 | 5388 ( 8 années) |
| Paris (France) | 48.51 | 241 | 241 | 173 | 1959 (24 années) (1) |
| Upsal (Suède) | 59.51 | 188 | 216 | 256 | 1955 ( 9 années) |

Ce tableau montre d'abord que les Cirri sont beaucoup plus fréquents à la latitude de Zi-ka-wei qu'à celles de Paris et d'Upsal, et ce serait à la latitude intermédiaire de Paris qu'on les observerait le plus difficilement. Cela s'accorde assez bien avec la marche des courants supérieurs esquissée plus haut. Zi-ka-wei est à la limite de la zône des vents alizés équatoriaux et Upsal à la limite des vents alizés polaires ; dans l'un et l'autre cas il y a mélange de divers courants dans diverses couches aériennes à cause des bifurcations du courant principal : de là formation de nuages et apparition plus abondante des Cirri. A la latitude de Paris, le courant supérieur a envahi toute la masse de l'air jusqu'au sol ; ce ne sera guère qu'accidentellement que des courants étrangers se mêleront aux couches élevées et y occasionneront des précipitations et la formation de Cirri.

Quant à la fréquence relative dans les 3 directions indiquées, nous voyons que sur 1000 observations diverses, à Zi-ka-wei, les 9 dixièmes des Cirri viennent d'entre SW. et NW., tandis qu'à Paris et Upsal, cette proportion reste entre 6 et 7 dixièmes seulement.

D'autre part l'énorme affluence des Cirri dans la direction particulière Ouest, à Zi-ka-wei, frappe au premier coup d'œil ; il nous en vient de ce point de l'horizon 10 fois plus que du NW. et 4 fois plus que du SW. A Paris, les Cirri des directions SW. et W. se balancent ; tandis qu'à Upsal ceux de NW- sont plus fréquents que les autres. Comme je l'ai dit plus haut en note, l'alizé polaire en pénétrant horizontalement dans les couches élevées de l'air sous le cercle polaire refoule en partie le courant supérieur de SW. et lui donnerait naturellement cette direction NW. observée surtout en Suède, mais même en France.

On peut donc bien conclure qu'à Zi-ka-wei le contr'alizé supérieur présente une déviation incontestable, et puisqu'il se retrouve plus haut avec sa direction primitive, nous pouvons nous croire en présence de la bifurcation qui doit nécessairement ramener vers le sol et vers l'équateur une partie de l'air élevé dans la zône équatoriale par l'excès de chaleur.

Au reste, je puis confirmer la réalité de cette bifurcation à notre latitude par les observations qu'un de mes confrères, missionnaire à Tchang-kia-tchouang dans le Tchély, au Sud de Pékin, 7° au Nord de

(1) Les observations faits à Paris et à Upsal ont été empruntées à un mémoire de M. Hildebrand Hildebrandsson : *Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère* (1877)

Zi-ka-wei, a faites à ma prière pendant les années 1880, 1881 et 1882 sur la direction des Cirri dans le nord de la Chine. Il a pu faire 2802 observations diverses. En ramenant à 1000 par année les nombres représentant la fréquence de ces nuages élevés dans toutes les directions, je trouve que la fréquence relative moyenne dans les 3 directions qui nous intéressent plus spécialement sont pour le nord de la Chine :

| SW | W | NW |
|---|---|---|
| 118 | 493 | 102 |

A cette latitude de 38° le courant supérieur a repris en partie son cours normal, le contre-coup de la bifurcation opérée plus bas s'y fait cependant sentir par d'assez nombreux Cirri descendant du NW. dans le direction du courant bifurqué.

Qu'on me permette ici une digression qui peut avoir son intérêt et qui répondra à une objection qui peut être faite. Pourquoi, demandera-t-on, dans l'Occident, sur les côtes nord de l'Afrique, en Portugal et en Espagne, c'est-à-dire à la latitude de Zi-ka-wei,le courant supérieur est-il franchement de SW. et non d'W. comme ici? Voici ce que je crois pouvoir répondre. En Occident, la bifurcation du courant supérieur, n'a pas autant qu'ici sa raison d'être. Cette bifurcation a pour but principal d'alimenter l'alizé des tropiques, ou plutôt c'est l'alizé, une fois formé, qui détourne à son profit une partie du courant supérieur. Mais les alizés n'existent à proprement parler que sur les océans. Dans l'extrême Orient l'océan Pacifique est à l'Est du continent; la déviation, qui doit transformer peu à peu le courant élevé de SW. en un courant inférieur de NE., se fait tout naturellement par l'W. et le N. à mesure que l'air descend. Or, pour l'Afrique et l'Europe l'océan qui voit l'alizé à sa surface est dans l'Ouest; si donc, il devait se produire une déviation des courants supérieurs observés dans ces régions, ce ne pourrait être que par le S. et l'E. Cela est si vrai que, quoique ce ne soit pas les courants élevés observés dans l'Europe occidentale qui ont la charge d'alimenter spécialement l'alizé de l'Atlantique, ils ne laissent pas toutefois de se ressentir de leur voisinage et de céder quelque peu à leur influence déviatrice. Voici, en effet, par rapport au nombre total d'observations de Cirri le nombre d'observations indiquant une direction générale de l'Ouest à l'Est et de l'Est à l'Ouest pour nos deux stations de Zi-ka-wei et de Paris :

| | W—E | E—W |
|---|---|---|
| Zi-ka-wei | 0,667 | 0,013 |
| Paris | 0,137 | 0,039 |

Ainsi à Zi-ka-wei les courants supérieurs d'Ouest sont à ceux d'Est comme 667 à 13 ou comme 51 à 1, tandis qu'à Paris ils sont dans le rapport de 137 à 39 ou comme 3,5 est à 1, différence énorme qui indique bien une déviation particulière des courants vers l'Est, à Zi-ka-wei. D'autre part si nous comparons les deux stations entr'elles, nous voyons les courants d'Ouest être dans le rapport de 5 à 1, en faveur de Zi-ka-wei, tandis que ceux d'E. sont dans le rapport de 3 à 1, en faveur de Paris. Si donc dans l'Occident il y a une bifurcation des courants supérieurs en vue de l'alizé de l'Atlantique, c'est par l'Est qu'elle se fait et doit se faire et non, comme ici, par l'Ouest. Je crois que la principale source où s'alimente cet alizé de l'Atlantique nord est dans les courants supérieurs propres aux États-Unis ; alors la bifurcation se fait tout naturellement comme sur les côtes de la Chine et la rotation de la terre se charge sans effort de la transformation successive d'un courant dans l'autre. Le lieu d'aboutissement à la surface de la mer serait aux environs des Açores, comme le même point pour le Pacifique semble être sous le Japon.

Je crois trouver une autre preuve de cette relation entre le courant supérieur et l'alizé voisin,

dans un autre fait bien caractéristique. Le maximum d'intensité de ce courant supérieur a lieu, à Zi-ka-wei, pendant l'hiver; à Paris c'est pendant l'été, et le minimum d'intensité qui se rencontre respectivement dans les saisons opposées est beaucoup plus accentué en Chine qu'en France. Pourquoi cela? Parce que l'alizé de NE. se rapproche de nos côtes de Chine en hiver, tandis qu'il s'éloigne de celles de France à la même époque; et en second lieu parce qu'il se rapproche des côtes de l'Europe en été, tandis que dans la même saison il disparaît presqu'absolument des mers de Chine pour faire place à la mousson contraire, dite de SW. Il me suffit d'indiquer ces faits pour que leurs relations apparaissent clairement.

## § II — CETTE BIFURCATION SERVIRAIT A ALIMENTER L'ALIZÉ DES TROPIQUES.

La digression précédente nous a déjà amenés à parler d'une manière générale de cet office du courant bifurqué à la limite nord des vents alizés. Entrons maintenant dans quelques détails tirés de nos observations de Chine.

En 1881, dans une étude (1) des vents le long de la côte de Chine pour l'année 1880, j'ai montré que l'alizé de NE. *existait dans ces mers de la Chine d'une manière incontestable. En hiver, il se trouve* renforcé par la mousson de même direction; en été, il est atténué et peut être même complétement neutralisé par la mousson opposée de SW. dans le midi, de S. à nos latitudes moyennes. Aux Philippines en particulier les deux seuls vents vraiment dominants sont le NE. et le SW.; mais avec cette différence que l'alizé, grâce à l'éloignement de cet archipel du grand continent asiatique qui est la cause de l'alternance des moussons, prendra quelquefois en été le dessus sur la mousson contraire. Voici, d'après 13 années d'observations faites à l'observatoire des Jésuites de Manille, quelle est la fréquence relative de ces deux vents généraux par 15° de latitude nord, 600 milles à l'Est de la côte de Cochinchine où les moussons ont toute leur intensité.

VENTS GÉNÉRAUX A MANILLE (ILES PHILIPPINES)

| | NE | SW |
|---|---|---|
| Nov. Déc. Jan. Févr. | 338 | 70 |
| Juin Juill. Août Sept. | 136 | 279 |

La persistance de l'alizé, même dans les mois où la mousson est le mieux établie, est manifeste. Cette particularité est favorable à ma thèse; car, puisque Manille est presque sur la limite de la région des moussons, il est à présumer que certaines années apporteront une recrudescence des vents de SW. et que d'autres laisseront prédominer l'alizé de NE pendant l'été (2). S'il y a quelque relation entre l'existence de ces divers vents de surface sous les tropiques et celle de notre courant supérieur à Zi-ka-wei, cette relation ressortira mieux, je crois, à Manille que plus près des côtes de Chine, précisément à cause de l'instabilité du régime des vents d'été dans ces parages.

Donnons d'abord quelques tableaux résumant par années nos observations de Cirri.

(1) Sur l'Inclinaison des vents, par le P. M. Deohevrens S. J-

(2) Cette manière de voir relative au régime des vents des Philippines confirme, plutôt qu'elle ne modifie, ce que j'ai dit sur le même sujet dans les conclusions de mon étude des *Typhons de* 1882 1ère partie.

SOMMES ANNUELLES DES OBSERVATIONS DE CIRRI FAITES A ZI-KA-WEI

| Années | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | NNE | NE | ENE | E | Sommes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1877 | . | . | . | 2 | 4 | 12 | 30 | 209 | 18 | 5 | . | 1 | . | 1 | . | 1 | 283 |
| 1878 | 1 | 6 | 1 | 2 | 7 | 18 | 86 | 422 | 27 | 12 | 2 | 9 | 3 | 9 | 3 | 8 | 616 |
| 1879 | 2 | 5 | 8 | 8 | 12 | 57 | 81 | 478 | 13 | 22 | 6 | 37 | 5 | 13 | 5 | 12 | 764 |
| 1880 | 2 | 4 | 1 | 9 | 14 | 87 | 82 | 470 | 46 | 43 | 2 | 9 | 2 | 7 | 1 | 5 | 784 |
| 1881 | 4 | 15 | 3 | 25 | 23 | 154 | 135 | 258 | 37 | 32 | 5 | 14 | 8 | 9 | 4 | 2 | 728 |
| 1882 | 4 | 4 | 3 | 17 | 16 | 67 | 78 | 389 | 62 | 33 | 6 | 25 | 2 | 16 | 6 | 7 | 735 |
| 1883 | 4 | . | 4 | 26 | 11 | 59 | 61 | 418 | 22 | 29 | 14 | 23 | 2 | 6 | 8 | 12 | 699 |
| 1884 | 1 | 5 | 5 | 21 | 18 | 87 | 93 | 411 | 35 | 22 | 7 | 21 | 20 | 22 | 7 | 4 | 779 |

Pour permettre de comparer une année avec une autre, j'ai ramené ces nombres à ce qu'ils auraient été si l'on eût pu faire 1000 observations, chaque année.

Sommes annuelles, pour 1000 observations

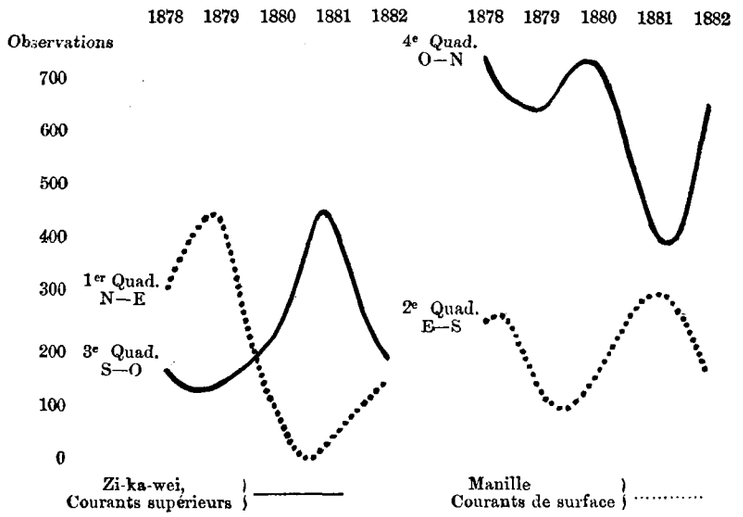
| Années | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | NNE | NE | ENE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1877 | . | . | . | 11 | 14 | 42 | 106 | 736 | 63 | 17 | . | 4 | . | 4 | . | 3 |
| 1878 | 2 | 10 | 2 | 3 | 11 | 29 | 139 | 685 | 44 | 19 | 3 | 12 | 5 | 15 | 5 | 13 |
| 1879 | 3 | 7 | 10 | 10 | 16 | 75 | 106 | 626 | 17 | 29 | 8 | 48 | 7 | 17 | 7 | 16 |
| 1880 | 3 | 5 | 1 | 12 | 18 | 111 | 105 | 602 | 59 | 55 | 3 | 12 | 3 | 9 | 1 | 6 |
| 1881 | 5 | 21 | 4 | 34 | 31 | 211 | 185 | 353 | 51 | 44 | 7 | 19 | 11 | 12 | 5 | 3 |
| 1882 | 5 | 5 | 4 | 23 | 22 | 91 | 106 | 529 | 84 | 45 | 8 | 34 | 3 | 22 | 11 | 11 |
| 1883 | 6 | . | 6 | 37 | 16 | 84 | 87 | 598 | 31 | 41 | 20 | 33 | 3 | 9 | 11 | 17 |
| 1884 | 1 | 6 | 6 | 27 | 23 | 112 | 120 | 529 | 45 | 28 | 9 | 27 | 26 | 28 | 9 | 5 |
| Moyennes | 3 | 7 | 4 | 20 | 19 | 94 | 119 | 582 | 49 | 35 | 7 | 24 | 7 | 15 | 6 | 9 |

| | Résumé | | | | Résultantes |
|---|---|---|---|---|---|
| Années | W | S | E | N | W — S |
| 1877 | 896 | 69 | 5 | 30 | 891— 39 |
| 1878 | 851 | 67 | 32 | 47 | 819— 20 |
| 1879 | 777 | 98 | 39 | 88 | 738— 10 |
| 1880 | 814 | 111 | 17 | 63 | 797— 48 |
| 1881 | 668 | 223 | 30 | 75 | 638—148 |
| 1882 | 748 | 118 | 37 | 100 | 711— 18 |
| 1883 | 759 | 118 | 36 | 86 | 723— 32 |
| 1884 | 732 | 138 | 36 | 94 | 695— 44 |

Ces différentes années présentent de curieuses variations dans la direction générale des courants supérieurs : pour les années 1879 et 1881 ces variations semblent opposées. Cherchons dans les bulletins de l'observatoire de Manille quelqu'effet de ces variations. Dans les résumés annuels de la fréquence des des vents à Manille, le directeur de l'observatoire dispose les vents par quadrants, le 1er quadrant renfermant les vents de N., NNE., NE. et ENE.; le 2e ceux d'E., ESE., SE. et SSE.; le 3e ceux de S., SSW., SW. et WSW.; enfin le 4e contenant les vents d'W., WNW., NW. et NNW. Je me suis conformé à cette division pour nos directions de Cirri, afin que la comparaison fût plus satisfaisante, et voici ce que je trouve pour résultat général.

| | ZI-KA-WEI (latit. 31°) Directions résultantes des courants supérieurs, | | | | MANILLE (latit. 15°) Directions résultantes des courants de surface. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | 1er Quad. | 2e Quad. | 3e Quad. | 4e Quad. | 1er Quad. | 2e Quad. | 3e Quad. | 4e Quad. |
| 1878 | — | — | 145 | 724 | 301 | 244 | — | — |
| 1879 | — | — | 128 | 634 | 405 | 123 | — | — |
| 1880 | — | — | 221 | 704 | 78 | 136 | — | — |
| 1881 | — | — | 414 | 422 | 24 | 286 | — | — |
| 1882 | — | — | 172 | 641 | 122 | 130 | — | — |

Faisons la courbe de ces diverses variations et le phénomène qu'elles indiquent apparaîtra avec la dernière évidence.




On peut dire qu'en général les vents de surface, à Manille, sont de direction opposée aux courants atmosphériques supérieurs observés à Zi-ka-wei : ici les directions se tiennent dans le 3e et le 4e quadrants, là dans le 1e et le 2e.

L'opposition n'a pas seulement lieu pour les directions générales, mais aussi pour les variations dans ces directions contraires. Ainsi, en 1879, les Cirri ont eu un minimum de fréquence dans la direction du S. à l'W.; par contre les vents du N. à l'E., à Manille, ont eu un maximum considérablement élevé; l'inverse a été observé en 1881.

En présence d'une pareille concordance, ne doit-on pas admettre une dépendance mutuelle entre ces deux ordres de phénomènes? Voici, du reste, comment je crois pouvoir expliquer ces faits. L'alizé de NE. des tropiques aurait une liaison si étroite avec la bifurcation du contr'alizé supérieur de SW., que dans les années où l'intensité de ce courant supérieur serait assez considérable pour prévenir, en tout ou en partie, la bifurcation qui se fait normalement à la limite nord des tropiques, l'alizé inférieur se verrait par là-même privé de son aliment naturel et affaibli; de sorte qu'à un accroissement apparent ou réel d'intensité du conr'alizé *à notre latitude* correspondrait un affaiblissement de l'alizé sous les tropiques, au sud de Zi-ka-wei. Je crois ce fait digne d'être remarqué.

Maintenant si la bifurcation ne s'opère pas ici, ne doit-elle pas avoir lieu plus haut? Et dans ce cas, que deviennent les masses d'air après leur descente à la surface? Dans ce cas, ou bien l'alizé verra sa limite nord reportée à une latitude plus élevée, ce qui ne devra pas augmenter certainement son intensité sous les tropiques, au contraire; ou bien toute la masse d'air bifurquée et descendue en bas continuera sous forme de courant de surface de SW. ou d'W. à travers la zône tempérée. Dans nos régions orientales, cette dernière supposition est plus probable, car on ne doit pas oublier qu'un minimum barométrique reste stationnaire toute l'année aux environs du détroit de Behring sur le Pacifique; ce qui contribue fort à attirer de ce côté les courants aériens sortis du continent asiatique.

J'ai la bonne fortune de pouvoir constater par les observations de Cirri faites à Tchang-kia-tchouang, au Sud de Pékin, que dans l'année 1881 la bifurcation du courant supérieur a dû en effet être reportée plus au nord de notre parallèle de Zi-ka-wei. Voici le résumé des observations faites dans cette station située à 800 kilomètres de Zi-ka-wei, pendant les 3 années 1880, 1881 et 1882, par le R. P. Desurmont S. J.

CIRRI A TCHANG-KIA-TCHOUANG

latit. 38° 17′ — longit. 114° 50′ E. Paris

| Années | SE | S | SW | W | NW | N | NE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1880 | 39 | 44 | 126 | 448 | 135 | 39 | 108 | 62 |
| 1881 | 12 | 67 | 116 | 510 | 81 | 36 | 130 | 50 |
| 1882 | 34 | 28 | 112 | 522 | 90 | 23 | 116 | 74 |

| | Résumé | | | | Résultantes | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | W | S | E | N | W | N |
| 1880 | 579 | 126 | 136 | 160 | 443 | 34 |
| 1881 | 609 | 131 | 121 | 141 | 488 | 10 |
| 1882 | 623 | 101 | 149 | 126 | 474 | 25 |

Que l'on veuille bien comparer ces derniers résultats avec les valeurs données plus haut, page 10, pour Zi-ka-wei; on verra que tandis qu'à cette dernière station, en 1881, les vents d'Ouest dans les hautes régions tombaient à un minimum assez extraordinaire, ces mêmes vents, à la station septentrionale, atteignaient un maximum de fréquence, et refoulaient les vents d'Est et SE qui passèrent alors par un minimum de fréquence. La bifurcation aurait donc bien été, en 1881, reportée à une latitude plus élevée que d'habitude et elle n'aurait pas non plus joué son rôle normal, ou au moins tout son rôle normal qui est, nous l'avons dit, d'alimenter l'alizé des tropiques d'un côté, et les vents d'W. et de SW. de la zône tempérée, de l'autre.

J'ajoute une dernière remarque sur ces phénomènes de courants généraux. Quand l'alizé se renforce à Manille, pendant l'été, les vents humides de la mousson contraire sont refoulés et l'on peut prévoir qu'il y tombera moins de pluie que dans les années où le contraire aura lieu. C'est bien le résultat des observations des deux années considérées. De 1878 à 1882 il est tombé moyennement 1993 millimètres de pluie dans la capitale des Iles Philippines; en 1879, année où l'alizé de NE. s'est vu considérablement renforcé, on n'en a recueilli que 1743 mill., tandis qu'en 1881 où l'été a été remarquable par la constance et l'intensité de la mousson de SW., les pluies se sont élevées à 2252 millim., avec un excès de plus de 500 millimètres sur les pluies de 1879.

Quelque chose de semblable se serait passé dans le nord de la Chine, du moins si l'on compare entr'elles les 3 années 1880, 1881 et 1882. Pour ces 3 années la moyenne annuelle des pluies a été 405 millim. (1); en 1881, année où la bifurcation a été reportée au nord du parallèle de Zi-ka-wei, la quantité tombée s'est élevée à 513 millim.; l'excès est ici dans la même proportion avec la quantité moyenne normale qu'à Manille.

## IV. LES COURANTS SUPÉRIEURS ET LES MOUVEMENTS TOURBILLONNAIRES.

Nous l'avons vu, en Europe, les courants supérieurs rendus visibles par la marche des Cirri, sont beaucoup moins fixes et moins constants qu'ici, sur les côtes de Chine. De là peut-être la facilité plus grande qu'ils montrent, dans l'Occident, à se plier à toutes les exigences des tourbillons qui visitent ces contrées. D'après les recherches de Mr Hildebrand Hildebrandsson, de l'Observatoire d'Upsal en Suède, qui, le premier, a fait des Cirri une étude particulière avec des documents demandés à quelques observatoires d'Europe pour l'année 1876, les courants supérieurs paraîtraient en général s'éloigner des minima

(1) En 1880 il est tombé 314mm de pluie, en 1882 361mm, dont la moyenne est 338mm.

barométriques pour se porter vers les maxima. Cette conclusion serait loin d'être vérifiée à Zi-ka-wei dans nos 5388 observations réparties sur huit années, de 1877 à 1884.

Elle est évidemment en défaut s'il s'agit d'une relation générale; et elle n'est rien moins que confirmée s'il s'agit des cas particuliers. Je m'explique.

1 — Est-il besoin de rappeler que pendant six mois de l'année, les mois froids d'Octobre à Mars, le baromètre est haut sur toute l'Asie occidentale, et bas à l'Est de la Chine, sur le Pacifique, et que pendant les six autres mois, d'Avril à Septembre, le contraire a lieu, une profonde dépression occupant l'Inde et s'étendant jusque sur nos côtes, alors qu'un maximum a envahi l'Océan à l'Est? Ainsi, pour ne citer que Zi-ka-wei, nos 12 années d'observations donnent pour pression maximum moyenne diurne 773,$^{mm}$03 tombant le 10 Janvier, et pour pression minimum 752,$^{mm}$27, le 31 Juillet : c'est donc dans le courant de l'année une variation normale régulière de 20,$^{mm}$76. Or, dans de semblables conditions, si la loi indiquée pour l'Europe par M. Hildebrand Hildebrandsson était applicable *en général*, ici en Chine, ce n'est pas de l'Ouest à l'Est, mais bien au contraire de l'Est à l'Ouest, que devraient constamment marcher les Cirri au-dessus de nos têtes : ils iraient alors de la basse à la haute pression. Mais ce n'est pas ce que nous voyons et, chose singulière, c'est en hiver qu'ils paraissent avoir le plus de mouvement et venir en plus grande abondance de l'intérieur de la Chine où la pression est encore plus haute qu'à Zi-ka-wei à cette époque.

Si au moins, en été, ils conservaient leur allure d'hiver, leur fréquence et leur rapidité. Mais non, et comme pour donner un plus éclatant démenti à cette loi posée pour d'autres contrées, ils cessent de venir de l'Ouest pour apparaître par extraordinaire du côté de l'Est *(voir les deux planches)*, précisément alors que les basses pressions sont le mieux établies dans l'Ouest.

2 — Cette confrontation générale suffirait à la rigueur pour apprécier l'universalité de la loi et par le fait même son importance pratique. Il peut toutefois y avoir quelqu'intérêt à en rechercher la valeur et l'application dans des cas particuliers. Puisque les courants généraux d'Ouest dans les hautes régions de l'air sont ici ou trop constants ou trop dépendants d'une cause majeure pour pouvoir se ressentir du voisinage et du passage des bourrasques atmosphériques, voyons si certaines directions anormales ou insolites des Cirri paraîtront avoir plus de rapport avec elles et dans quel sens. J'ai choisi à dessein tous les cas où des Cirri se sont montrés pendant une journée ou une bonne partie du jour marchant principalement de l'Est à l'Ouest : les cas ne sont pas nombreux, cela se conçoit, mais enfin ce sont à peu près les seuls qui pourront nous renseigner sur le point en question. J'ai cru devoir me borner aux années 1883 et 1884, n'espérant pas un meilleur résultat d'une plus longue recherche.

1883 — Janvier 31 — des Alto-cumuli venant de l'ENE. et de l'E. sont notés tout le long du jour comme couvrant le ciel; ils courent à 90° à droite du vent inférieur qui est au N. Une profonde dépression (752,$^{mm}$6) a passé près de Zi-ka-wei le 29 au soir. Le 30, le centre est dans le Nord-est. Les Alto-cumuli fuient le centre de basse pression — 1$^{er}$ cas *en faveur* de la loi donnée.

Avril 14 — Ac. venant de l'ESE. et de l'E. à 45° environ à droite du vent inférieur qui souffle assez fort du NE.; dépression observée la veille, qui est descendue au Sud-est et qui sera, le 15, sur le Japon — 2$^{e}$ cas *en faveur* de la loi.

Septembre 5 — Cirro-strati venant du NE. et le soir du NNW.; le vent est au S. faible. Il y a deux Typhons, l'un dans la Mer de Chine, l'autre à l'Est et près de Luzon. Les Cirri sont plutôt convergents : 1$^{e}$ cas *contraire* à la loi.

1884 — Juin 27 et 28 — Cirro-strati vont du N. au S., le vent étant à l'Est et le baromètre en baisse. Un 1er Typhon est au Sud-sud-est, à l'Est de Formose, et un second fuit au loin dans la Mer du Japon. Les vents supérieurs vont évidemment vers le Typhon le plus rapproché : 2e cas *contraire* à la loi.

Juillet 21 et 22 — Ac. venant de l'E. et du SE.—

Pendant ces deux jours deux centres importants de dépression gisent l'un, au nord du Canal de Formose, l'autre sur la Chine, au-dessus de Hongkong. Mais en même temps une bourrasque se maintient dans le Nord-ouest de la Chine. Il y a plutôt convergence que divergence et nous pouvons regarder ce cas comme *contraire* à la loi.

Août 1, 2 et 3 — Ac. et K. venant avec persistance du NE. — le 6, des Ac. venant de l'E. et de l'ENE. — Une dépression s'est constituée, grâce aux fortes chaleurs, au Sud-ouest et tout près de Zi-ka-wei, puis elle s'est éloignée lentement en mer par le Sud; le 6, elle se trouvait près de l'entrée nord du Canal de Formose. Ces nuages supérieurs étaient donc entraînés *vers* la dépression — 4e cas *contraire* à de la loi.

Septembre 2 — Cirro-stati venant de l'ENE. et de l'E. — Un Typhon est sous le Japon, dans l'Est : il y avait là manifestement une divergence des Cirri : 3e cas *en faveur* de la loi.

Novembre 19 — Cirro-strati descendant du NNE. et NE. vers le Sud où se trouve un violent Typhon dans la Mer de Chine et un autre à l'Est de Formose : convergence — 5e cas *contraire* à la loi.

Décembre 7 — Alto-cumuli du S., du SE. et du SSW. pendant qu'une bourrasque sérieuse se dédoublait en descendant dans les plaines du Tchéli au Nord du Golfe de Pétcheli. — 6e cas *contraire* à la loi.

Je ne crois pas nécessaire de pousser plus loin cette recherche qui peut se résumer ainsi : sur les 9 cas dont on pouvait attendre quelque renseignement utile dans ces deux années, 3 seulement militent *en faveur* de la loi énoncée par M. Hildebrand Hildebrandsson pour l'Europe, et 6 lui sont *contraires*.

Quelle peut être la raison de cette différence? Je n'en vois qu'une à donner et elle me semble de nature à satisfaire l'esprit. Pour l'Europe, l'Océan est à l'Ouest; les centres de dépression, qui se maintiennent surtout sur l'élément liquide, tracent leur cours à gauche et un peu en arrière des courants généraux supérieurs d'entre NW. et SW.; ces courants *paraissent* donc fuir les centres de basses pressions *et paraissent* se porter vers les centres de hautes pressions qui occupent l'Europe. Sur nos côtes orientales de l'Asie, c'est aussi la mer qui est le siège des basses pressions en hiver et le continent asiatique celui des hautes pressions; mais ici la mer est à l'Est, et le courant supérieur dont l'existence et le maintien sont dus à des causes plus considérables et plus générales *paraît* en conséquence fuir les hautes pressions pour se porter vers les basses pressions.

Quant au courant principal d'Ouest, j'en ai fait maintes fois la remarque, il semble d'une indifférence absolue pour tous ces mouvements tourbillonnaires qui ont leur centre d'action dans les basses couches de l'air. On dirait que l'agitation qu'ils produisent ne se communiquerait pas aux couches qui entraînent nos Alto-cumuli, et je dis à dessein Alto-cumuli et non Cirri, car ce sont bien ces nuages intermédiaires et moyennement élevés qui sont les nuages ordinaires de notre ciel d'hiver. D'où il suit tout au moins que les dépressions atmosphériques n'ont pas ici de profondeur verticale. Cela est-il particulier à ces contrées orientales? je ne suis pas à même de me prononcer là-dessus.

Résumons brièvement les points touchés dans cette note.

1/ — Sur les côtes de Chine la direction des couches supérieures de l'atmosphère est toujours marquée par une énorme affluence des Cirri qui rarement font défaut dans notre ciel. Les Alto-cumuli, ou nuages moyennement élevés, sont les plus abondants pendant la plus grande partie de l'année; les Cirri proprement dits sont particuliers aux mois des grandes chaleurs.

2/ — A Zi-ka-wei, en particulier, la direction générale du courant supérieur est de l'Ouest à l'Est avec une très faible inclinaison du Sud au Nord. Le maximum d'intensité de ce grand courant a lieu au commencement du mois de Mars, les 925 millièmes de ces nuages élevés courant alors directement de l'Ouest à l'Est. Le minimum d'intensité se rencontre au commencement du mois d'Août, sur 1000 directions observées on n'en trouve plus alors que 375 dans la direction normale Ouest-est. Pendant les mois les plus chauds, Juillet et Août surtout, les Cirri, moins abondants en général que pendant les autres mois de l'année, peuvent venir de presque tous les points de l'horizon et leur mouvement est d'une excessive lenteur; on dirait qu'ils se forment sur place par la condensation des vapeurs élevées jusque dans de hautes régions où le calme est presque complet. En hiver, le mouvement rapide des Alto-cumuli et leur abondance, alors que l'humidité est faible dans les régions inférieures refroidies, ne permettent pas de faire la même supposition, et il est clair que leur lieu d'origine est dans la zône équatoriale et qu'ils font bien partie du contr'alizé supérieur.

3/ — Mais la direction normale du contr'alizé est plus oblique aux parallèles que la direction de notre courant supérieur qui est parallèle à ces cercles de latitude. Il semble dès lors que ce courant est une portion du contr'alizé détachée de la direction normale pour servir après sa descente vers la surface de la terre à alimenter d'un côté l'alizé des tropiques, de l'autre les vents d'W. et SW. de la zône tempérée. En ce qui touche aux alizés, toute variation dans l'intensité du courant bifurqué serait suivie d'une variation correspondante dans l'intensité des vents constants des tropiques. Une diminution dans la puissance de ce courant ou son déplacement vers le nord donne, dans le midi, plus libre carrière à la mousson de SW., comme, au contraire, une recrudescence des vents supérieurs d'Ouest, en été, a pour conséquence, en bas, un refoulement de cette mousson et l'établissement de l'alizé ou des vents de NE. Ces phénomènes sont surtout sensibles aux Philippines, près de la limite orientale du régime des moussons.

4/ — Les courants supérieurs de l'atmosphère fuient-ils ici, comme ils paraissent le faire en Europe, les centres de dépression pour se porter vers les centres de hautes pressions? Il ne paraît pas qu'il y ait lieu d'appliquer ici la loi qu'on a cru pouvoir établir pour l'Europe à ce sujet. Si l'on considère, en effet, le courant principal dirigé de l'Ouest à l'Est, il est certain qu'en hiver il quitte les régions où la pression est élevée pour se porter vers la mer où la pression est plus faible. En été, les pressions ont échangé leurs positions; les vents supérieurs d'Ouest ont dans le même temps cédé en partie le pas aux vents contraires d'Est, ce qui ne satisfait pas davantage à la loi énoncée. Si du général on descend au particulier, et que l'on choisisse les cas où des courants insolites se sont établis dans les hautes régions de l'air, ces cas eux-mêmes ne semblent pas en majorité favoriser la loi.

Telles sont les quelques conclusions que je crois pouvoir tirer de cette étude des Cirri à Zi-ka-wei. Elles sont assez importantes cependant pour qu'on doive attendre de l'avenir et demander à de nouvelles études une sanction qui semble nécessaire dans l'intérêt de la Météorologie du globe.

1er Septembre 1885

MARC DECHEVRENS S.J.