

Courant d'air Chaud et Froid

Etude des vagues d'air froid
et d'air Chaud observées en
Egypte et Sur le Soudan.

Je donne ci-après q^les conclusions ainsi
que q^les exemples types d'une très longue
et approfondie étude de la propaga-
tion des vagues d'air chaud et froid
observées sur l'Egypte et le Soudan
que j'ai faite pendant mon séjour au
Bureau Central Meteorologique du Caire
et dont les documents se trouvent actuel-
lement dans les archives du susdit
service. Toutefois par la courtoisie de M^r
le S^t Hurst j'ai pu obtenir copie de q^les
unes de ces études et que je tiens à la disposi-
tion de l'Institut. La période s'étend depuis
1912 à 1916.

I Methode Suivie dans l'Examen de Chaque vague.

1^{re} Dans le premier chapitre l'étude de la
situation générale atmosphérique était
faite d'une manière analytique en
ayant soin de condenser autant que
possible les mouvements des dépressions
atmosphériques ou des systèmes anti-
cycloniques avec les diverses phases
de la propagation de la vague.

Tous les détails de la variation des dépressions pendant leur mouvement de translation étaient rigoureusement observés et rattachés si possible aux phénomènes observés. A cet effet les bulletins du bureau Central météorologique Français, du bureau Italien et du bureau Egyptien étaient examinés.

2° Dans un deuxième Chapitre et surtout pour les vagues de froid la variation de la force du vent était analysée. Des tableaux donnant pour les stations spécialement affectées par la vague étaient dressés donnant la force du vent et si possible la différence avec la normale pour la période de la vague.

3° Dans un troisième chapitre les variations de la température maxima pour les vagues de ^{chaud} et minima pour les vagues de froid étaient ^{enregistrées} considérées. Des tableaux donnant, par la période de la vague, les observations des temp. max ou minima, les différences de ces observations en 24 ^{heures} et les différences avec la normale, étaient préparés pour chaque vague et pour tout le réseau Egyptien et Soudanais. Les observations directes ~~qui~~ aidaient à l'étude de la propagation de la vague : son sens et son orientation; les différences en 24 ^{heures} permettant l'étude de la vitesse de propagation de chaque vague et enfin les différences avec la normale donnaient une présentation de l'intensité de la vague. Des

cartes étaient aussi préparées donnant une représentation graphique de ces variations pour chaque jour de la période anormale considérée. Ainsi on pouvait suivre dans toutes ses phases la propagation de ces phénomènes.

En outre et afin de déterminer si possible l'apparition et propagation des noyaux de chaleur qui étaient l'origine de la propagation et formation de ces vagues, des cartes donnant les différences de la température pour 24^h , 36^h , 48^h ... étaient dressées en prenant comme origine le jour dont les lectures étaient le plus proches de la valeur normale de la période et qui précédait de plus près la propagation de la vague.

4° Les variations de l'humidité étaient aussi étudiées car des phénomènes assez curieux se mettaient en évidence.

5° Souvent les variations de Nilomètres tout le long du nil étaient étudiées car dans le cas de vagues d'inondation les vents forts soufflant du nord repoussaient les eaux du nil vers le sud et on avait l'impression d'un ~~un~~ débit du fleuve allant vers ses sources!

6° En fin de dernier chapitre résument les conclusions tirées des chap. précédant et analysait le caractère de chaque vague comparée aux autres déjà observées et mettait en évidence les points convergents ou divergents.

4

Étude détaillée d'une vague de froid

Février 1912.

Pendant la période du 17 au 21 Février 1912, après le passage d'une dépression le long du bassin Méditerranéen, une vague de froid s'étendit sur l'Égypte et le Soudan. En voici les détails :-

I. - Distribution de la pression et du vent.

Le 17^e Février 1912 un large anticyclone fit son apparition au SW de l'île de Malte avec un maximum de pression de 770 mm. Le 18 cet anticyclone s'étendit rapidement vers le SE de Malte sur le Sahara Africain par suite de l'existence d'une profonde de pression sur l'île de Chypre. Le 19 cet anticyclone se développa entièrement à l'ouest de l'Égypte. Le vent était fort le 18 sur la côte méditerranéenne et continua ainsi le 19 sur la ^{et l'ouest de l'Égypte} côte égyptienne et sur le Soudan et spécialement sur la moitié West où il atteignit une force de 7 à 8 (Beaufort). Pendant ce jour le courant d'air était fort à fait distinct et uniforme depuis le centre de l'anticyclone du Sahara jusqu'aux basses régions atmosphériques du Soudan. Le 20, la région de haute pression perdit beaucoup de son intensité et se centralisa à l'ouest de la Basse Égypte et de la Haute Égypte. Le vent perdit beaucoup de sa force sur ces deux districts précités mais continua à souffler avec violence sur le Soudan.

Il atteignit la force de violent à Rodak ce jour-là. Le 21 l'anticyclone garde sa position mais une diminution générale de la force du vent fut observée sur tous les districts égyptiens et soudanais. Le tableau suivant fait ressortir l'augmentation et diminution de la force du vent pendant cette période. Il est basé sur l'échelle 0 à 9 (0 = calme 9 = vent soufflant en bourrasque). Il est à remarquer que le vent était partout calme le 17 et 18 à l'exception d'Alexandrie où le bris de mer et de terre se font très fortement sentir⁽¹⁾. Le 19 et 20 le vent souffla modéré ou fort sur toute l'Égypte et le Soudan à l'exception de l'Égypte moyenne où très curieusement le vent demeura calme ou très léger pendant toute cette période. La force du vent diminua le 21 et 22. La direction ^{générale} du vent sur le Soudan était nord.

Tableau I force du vent (0 à 9) observée à 8^h du matin :

date	17	18	19	20	21	22
Alexandrie	5	4	6	4	1	2
Giza	1	0	2	1	0	1
Helwan	1	0	1	1	0	2
Minia	1	0	2	1	0	1
Assuit	2	2	2	2	2	2
Assouan	3	3	4	4	4	3
Halfa	1	1	4	4	1	1
Meroue	1	2	6	5	4	3
Abbara	1	3	3	4	3	2
Khartoum	4	3	6	6	4	3
Wad Medani	2	4	5	5	4	3

(1) Le vent modéré observé à Khartoum Wad Medani et Suéin était dû à une vague secondaire qui précède la principale.

	Date	17	18	19	20	21	22
Doulim		2	5	6	6	4	3
El Obeid		1	1	6	7	7	4
Kodok		0	4	7	9	2	1
Gallabat		-	0	5	5	1	1
Roseig		1	1	1	4	2	1
Kassala		1	1	3	2	5	1

II. - Temperature

Comme conséquence des considérations précédentes la baisse de la température fut très rapide pendant cette période. La baisse moyenne fut de 10° pour le maximum et de 8° pour le minimum. A Roseig et Gallabat deux stations situées sur la portion est soudanaise où la vague ne fut pas trop sentie, l'abaissement de temp n'a été que 6° seulement pour le max et min. Le tableau II donne la progression des temp. minima pendant cette période alors que la carte ci-jointe indique l'évolution de la vague : le 18 la valeur minima atteignit Alexandria et Sakha; le 19, Wadi-Halfa et Khartoum; le 20, Meroue Khartoum et El Obeid; et le 21, Wad-Medani et Doulim. L'effet de la vague sur le Sud Soudanais a été très faible.

ici Tableau II

III. - Les Caractères de cette vague

Cette vague mit trois jours pour atteindre le Soudan. Elle s'étendit parallèlement aux isobars avec une légère déviation entre Meroue et Atbara qui doit être

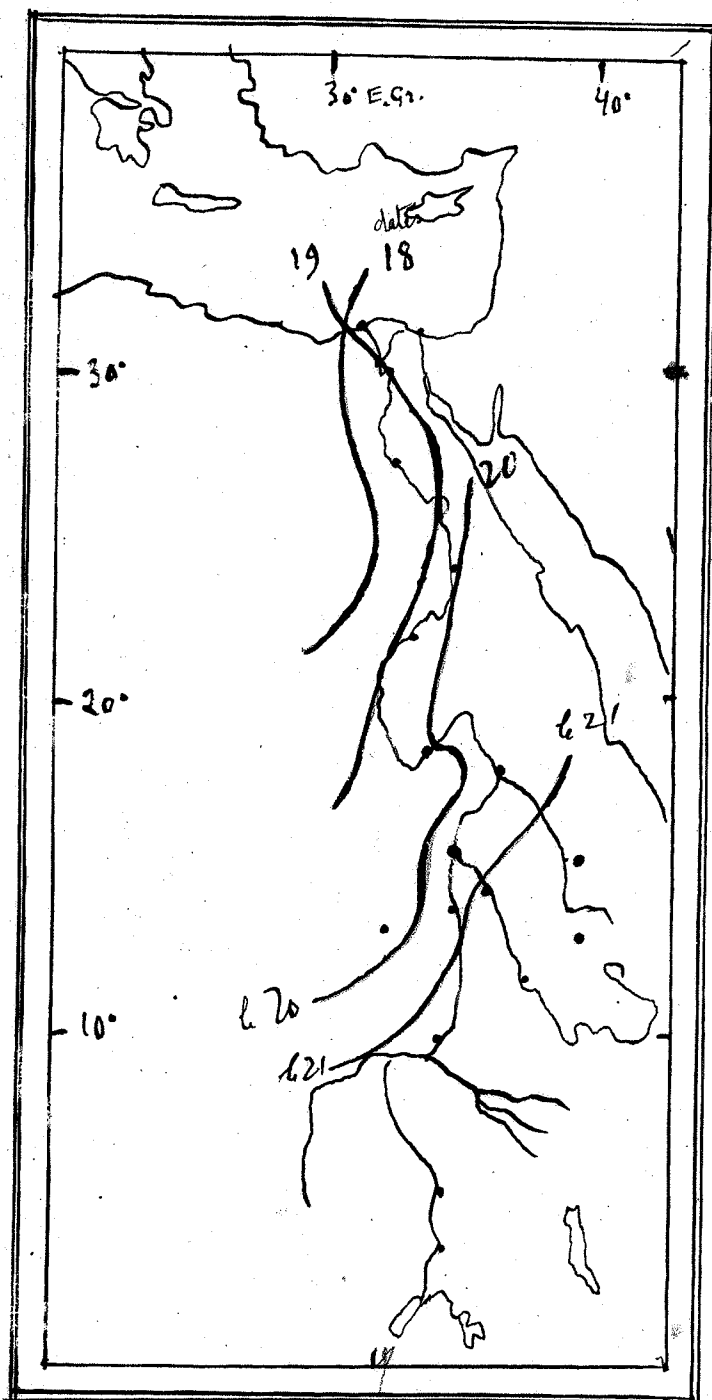
Temp Min. in °C.

Feb 1912

	18	19	20	21	22	23	24
Alexandria	7	8	9	8	10	10	11
Giza	9	7	4	2	3	5	6
Helwan	7	6	6	7	7	9	7
Minia	8	4	6	5	6	6	7
Assiut	9	4	5	6	6	7	7
Aswan	12	8	7	8	9	10	11
Wadi Halfa	9	8	2	6	8	6	6
Herak	14	10	7	9	12	12	13
Mahara	15	12	8	11	10	12	13
Khartoum	17	14	9	10	12	12	14
Wadi Medani	17	15	9	9	11	14	18
Bueni	16	14	8	7	10	9	12
El Obeid	14	14	—	5	8	9	12
Kodok	21	21	21	15	16	17	17
Gallabat	18	18	12	12	15	14	17
Roseires	15	19	14	12	15	14	15
Kassala	14	12	8	12	11	15	15

Vague de froid
 Fev. 17-21 1912

Dates des Minima Absolus



1/15.000.000

en rapport avec la forme du cours du Nil en cet endroit. Le Nil trace une grande boucle qui n'est pas sans effet sur la propagation des phénomènes météorologiques. Cette vague suivit une direction NW à SE et fut différente de celle observée en 1907 (Janvier)⁽¹⁾ qui s'avance en forme d'éventail de la péninsule Balkanique vers l'Egypte et le Soudan. A cette occasion la vague traversa le Nil, l'Egypte et le Soudan avec une vitesse de 43 km à l'heure et quoiqu'il ne ~~montrant~~ ^{montrant} l'action d'aucune force résultante il garda sa vitesse pendant ~~plus~~ une très longue distance.

Pareilles vagues sont fréquemment observées en Egypte et au Soudan et pénètrent bien loin des régions équatoriales. En été elle ont probablement un effet très important sur le courant humide venant du SW et son influence sur le plateau Abyssinien en le repoussant vers le sud et en diminuant ainsi la tombée de la pluie sur l'Abyssinie.

Note supplémentaire sur cette vague par M^r J. L. Craig

L. William Willocks me fait savoir que l'effet de l'augmentation brusque de la force du vent sur le bassin du Nil Blanc entre Khartoum et Suéique était très marqué. Le Nil blanc qui en cet endroit n'a qu'une pente de 0.5 cm par kilomètre a été repoussé en arrière le 19, et il y eut ensuite une

⁽¹⁾ Q. J. Royal Met. Society 1910 p. 342.

très forte baisse du niveau du fleuve qui fit échouer plusieurs bateaux et barges sur le lit du fleuve. ~~Après~~ Quand le vent se calma, les eaux repoussées vers le Sud retournèrent avec beaucoup de violence. Le水位 de Khartoum ~~donna~~ indiqua une baisse de 10 cms depuis le 19 au 21 et il y eut une augmentation à Suez - comme on pouvait l'attendre - le 20 et 21. L'effet du vent fut senti à Malakal le 21 et on a eu ainsi le phénomène curieux d'une vague d'eau partant vers le sud vers les sources du fleuve.

Étude détaillée d'une vague d'air chaud.

La vague d'air chaud du 29 Mai au 2 Juin 1914.

En rapport avec la période extrêmement chaude du 29 Mai au 2 Juin 1914 les glets notes suivants sur les conditions atmosphériques pendant cette la propagation de cette vague d'air chaud seraient peut-être intéressants:—

I Pression et vent

Le 29 Mai 1914, une dépression se forma au nord de la Tripolitaine pendant qu'un long cote de haute pression s'installait au nord de l'Égypte. Le 30 cette dépression

s'avance sur la Sicile et le col de haute pression occupa le Delta du Nil. Le 31 la pression était haute à l'est de l'Égypte (conditions très peu communes en Égypte) alors qu'une nouvelle dépression apparaissait de nouveau au N^o de la Tripolitaine. Le 1^{er} juin la distribution de la pression atmosphérique était très anormale: la dépression au nord de la Tripolitaine avait été déplacée vers le NE et la basse Égypte était le centre d'une distribution de pression en forme de V ayant à l'ouest une région de haute pression en forme de V et à l'est une autre région de haute pression. Ainsi en cette occasion la vague d'air chaud n'a pas été produite par le passage d'une dépression de l'ouest vers l'est comme il est souvent le cas. Le vent en cette occasion n'a pas dépassé la force de 3 à 4.

II la Temperature

Pendant cette période une vague d'air chaud traversa l'Égypte et le Soudan. Les températures s'élevèrent très rapidement sur la haute et la basse Égypte chamois vite sur le nord Soudan alors qu'au Soudan Central et le Soudan du Sud les températures ne subirent aucune variation. En moyenne la hausse des maxima en trois jours a été de 18° sur la côte méditerranéenne, 12° sur la basse Égypte, 7° sur la haute Égypte et 3° sur le nord Soudan. A leur point culminant ces températures maxima étaient 16° au dessus de

la normale en Egypte (côte de la Méditerranée); 11° au dessus sur la basse Egypte et 7° en haute Egypte. La valeur absolue pour l'Egypte qui fut de 45° à Helwân, a été la plus haute lecture observée en cette place depuis l'installation de l'Observatoire en 1904.

Il est très curieux de constater qu'à Port Saïd le 31, le maximum observé n'était que de 33° alors qu'à toutes les Stations du delta on enregistrait plus que 40° de Chaleur. Toutefois le jour suivant: le 1^{er}, la température à cette place s'éleva à 44° c'est-à-dire 11° de hausse du Maximum en 24 heures. Parallèlement à ces anomalies l'humidité relative le 30 et 31 ^{mesure} à toutes les stations était basse (de 39 à 60%) alors qu'à Port Saïd elle se maintenait haute pendant ces deux jours où le maximum était bas (78%). Le lendemain avec la hausse du thermomètre l'humidité tomba à 32% .

La table I donne l'évolution de Maxima pendant la propagation de la vague d'air chaud alors que le diagramme ci-joint indique la nature de la propagation. On peut remarquer par exemple que l'effet de la vague sur le Soudan Central et le Soudan du Sud était très réduit.

III La vague

La présente vague se propagea vers l'ouest et le Sud ainsi qu'on peut le voir sur les diagrammes ci-joints donnant les positions et les dates des Maxima absolues ainsi que des variations de $+5^{\circ}$ et $+10^{\circ}$.

de la normale donner la mesure de l'intensité de la vapeur. Quoique le vent ne dépassa pas la force de 3 ou 4, toute fois de quantités énormes de sables étaient ^{soulévées} transportées en l'air le 30 et 31 avant et pendant la propagation de la vapeur. Le courant d'air froid qui suit toujours ces vagues d'air chaud fit une éruption en Egypte (le Caire) à 3 h. de l'après midi le 1^{er} Juin quand on observa une baisse de température de 8° en 20 minutes. Il causa des coups de vent d'une violence extrême chargés de sable et fut précédé par le moment où la température fut la plus haute pendant toute cette période.

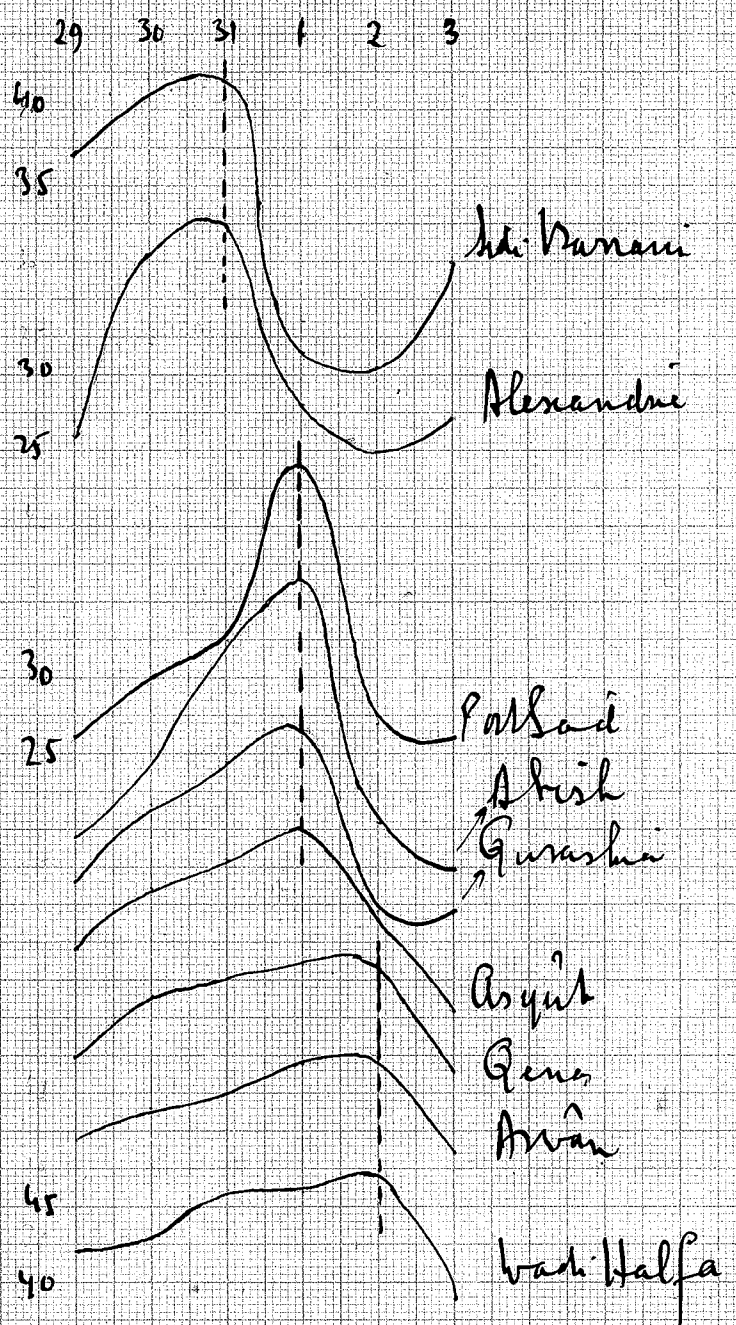
Pendant ces coups de vents le maximum atteint à Helwan fut 70 Kms à l'heure.

Table I
Maximum temp in degrees Centigr.

	May 1914			June 1914		
	29	30	31	1	2	3
Sidi Barrani	37	41	42	29	23	30
Siva	37	42	45	43	35	35
Alexandria	26	38	40	28	25	27
Port Said	26	30	33	44	27	26
El Hish	27	32	40	44	28	25
Qusaskia	34	39	42	44	32	32
Zagazig	33	37	42	43	31	30
Suez	35	33	-	42	35	32
Helwan	34	41	45	45	34	29
Qija	33	39	42	44	32	30
Ezbeki	33	40	43	44	33	30
Minia	37	42	45	46	36	32
Assiut	37	41	43	45	39	33
Gene	40	44	45	46	46	39
Mwan	42	44	45	47	47	41
Wadi Halfa	42	43	46	46	47	39
Merowe	41	44	46	46	48	42
Atbara	43	43	43	45	45	42
Khartoum	42	42	43	44	45	40
Port Sudan	36	38	40	43	38	35
Kassala	42	42	42	44	42	39
Wadi Medani	41	40	41	43	42	41
Gallabat	37	37	38	39	38	34
Roseires	39	39	40	40	39	40
Sueim	40	38	39	41	39	37
El Obeid	39	39	40	41	36	36
Kodok	36	31	37	34	33	34
Mongalla	30	28	36	31	38	34

Vague de ~~front~~ ^{chaleur}
 Mai 29 au 31 juin 1914

Températures
 Maxima

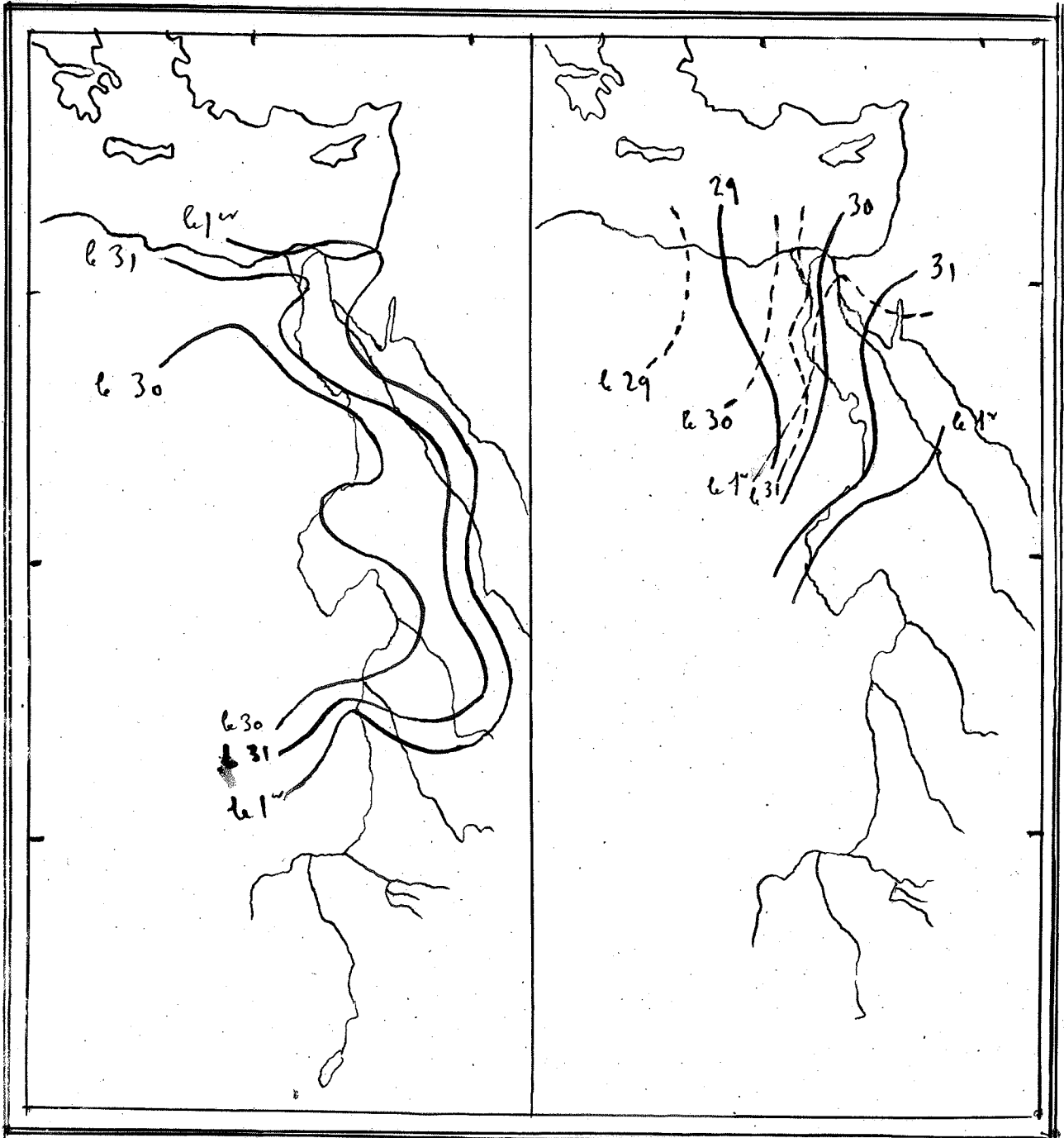


Vague d'air. Chaud

29 Mai à 1^{er} Juin 1914

Dates du plus haut Max.

isothermes de $+5^{\circ}$ — et $+10^{\circ}$
----- de la normale Max.



1
25000.000

Conclusions Générales tirées de tous les cas considérés.

1°- Vagues d'air froid

A.- Propagation des directions Nord-Sud.

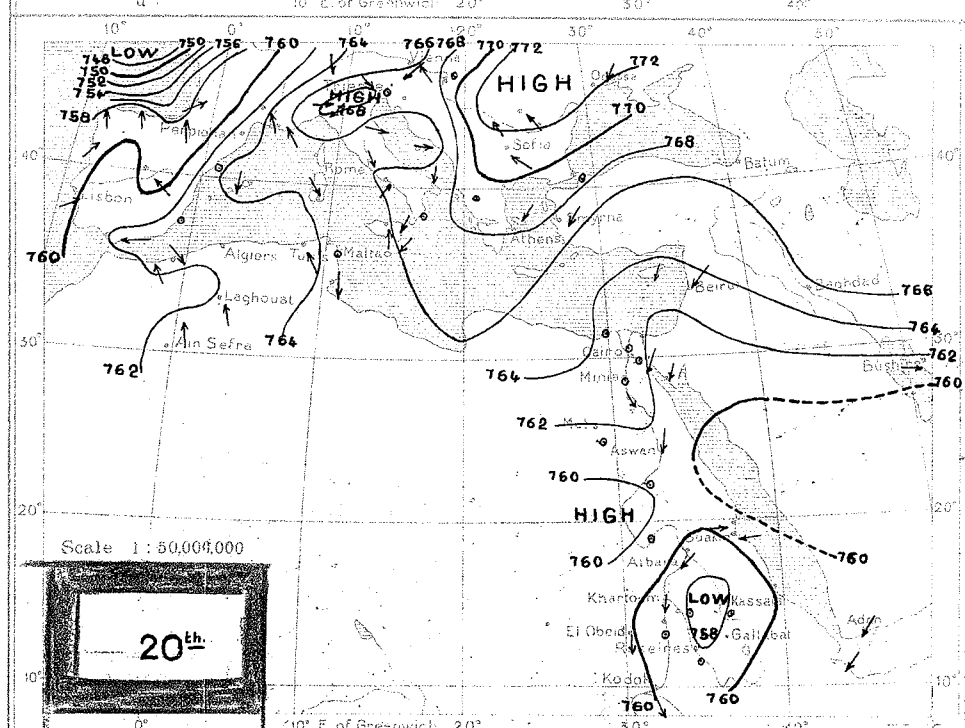
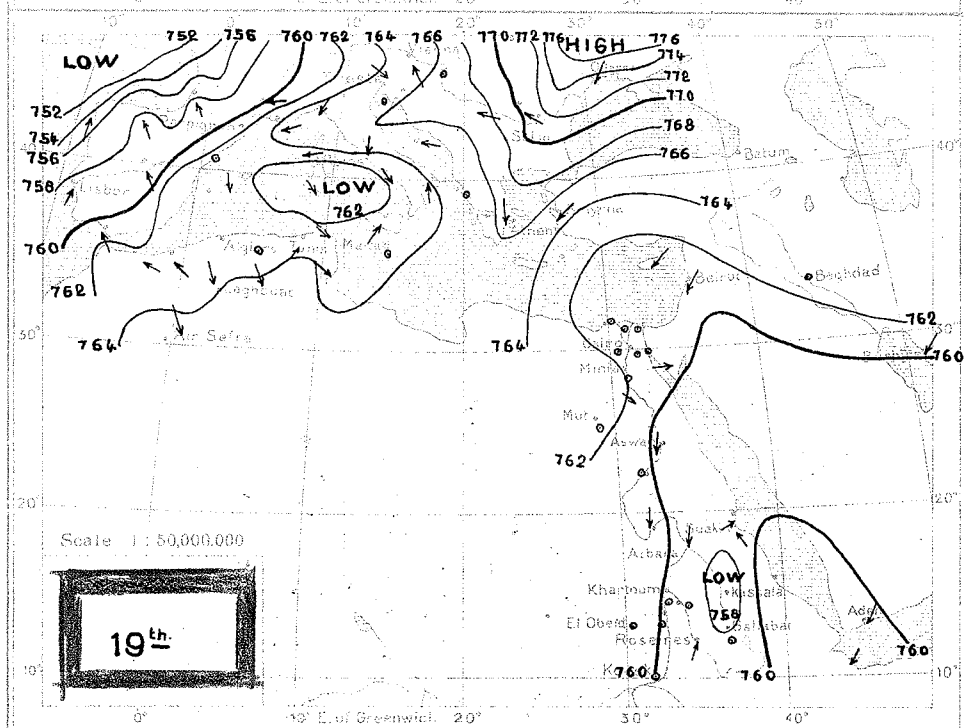
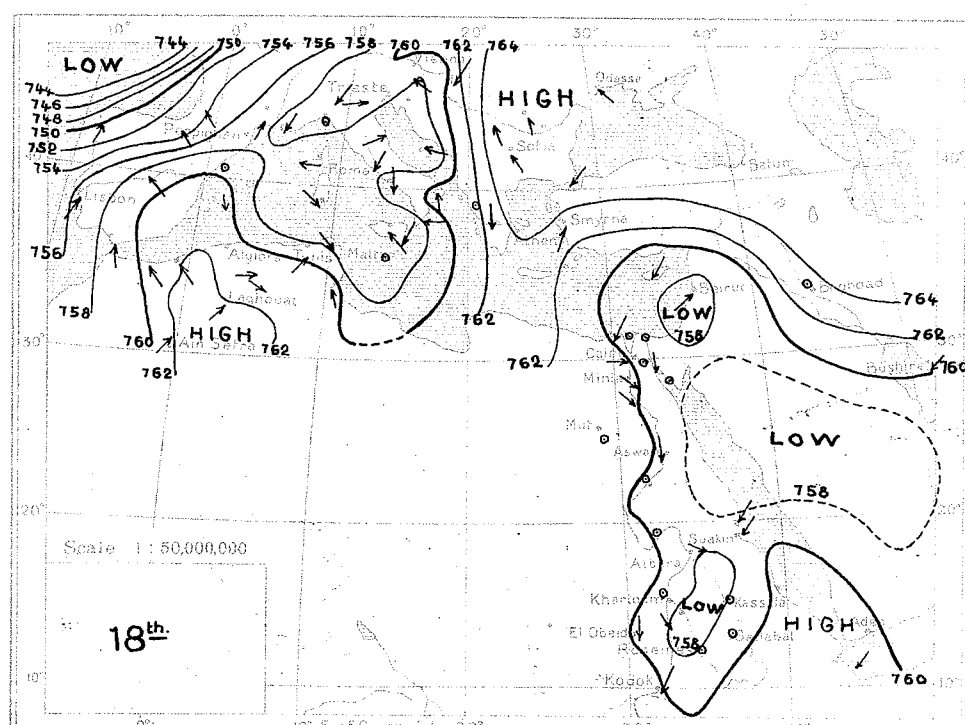
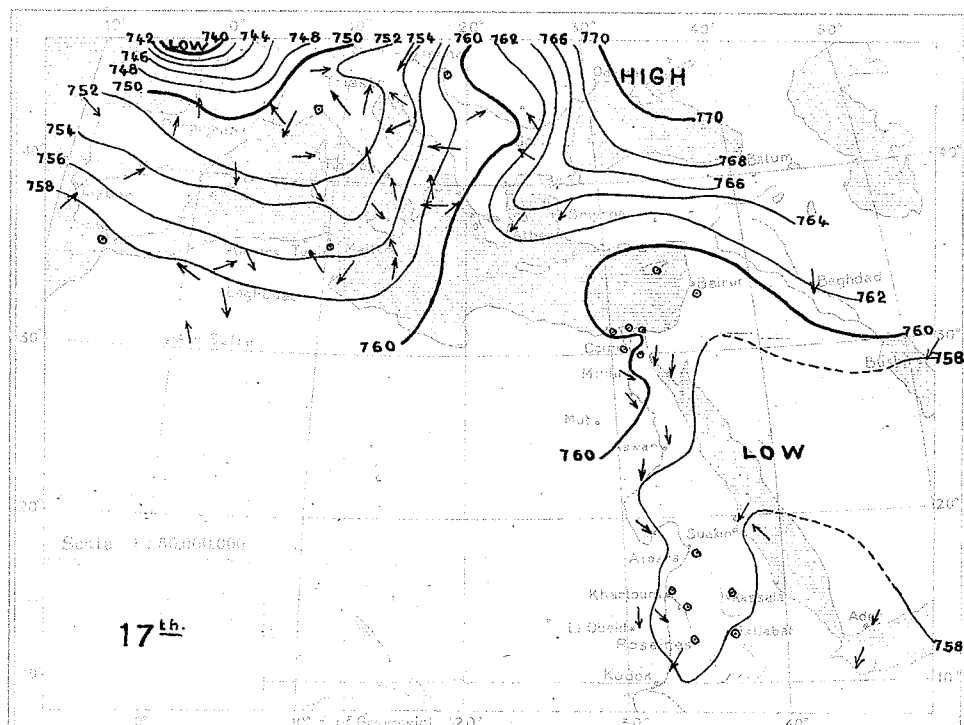
Ces vagues sont surtout observées en hiver. Elles sont causées par l'extension vers le Sud de grands centres anticycloniques qui se développent sur la Russie, l'Autriche et q^{lq}s fois ^{sur} la Mer Noire et qui envahissent les Balkans. Un gradient très serré se forme alors sur la Grèce, la Méditerranée et l'Égypte. Les isobares prennent la forme d'un grand V qui s'enfoncé dans l'Afrique du Nord sur l'Égypte et q^{lq}s sur le Nord du Soudan. Alors la haute pression qui se trouve d'ordinaire à l'ouest de l'Égypte se voit voir se formlée vers le cœur du Sahara soit déplacée vers le Sud sur la Moitié Nord du Soudan. Je donne comme exemple les journées du 19 et 20 Octobre 1907 où pareilles conditions sont entièrement remplies. Quoiqu'étant encore dans une période assez proche de l'été un large anticyclone s'avance des régions ^{au} sud de la Russie vers les Balkans et la Méditerranée. Ainsi la carte du 19 montre l'apparition de ce vaste anticyclone aux environs d'Odessa (77 mm) et la pointe de V sur la Grèce. Le lendemain 20 octobre cette pointe de V avait déjà atteint le Golfe de Bengazi en Tripolitaine. En

Egypte et au Soudan les isobares en 24 heures
avaient changé totalement de forme.
L'anticyclone du Sahara après avoir été
refoulé des régions intérieures le 19, réappa-
rut sur le Soudan le 20. Comme la période
en question est relativement prématurée
en ce qui concerne les conditions hivernales,
le gradient barique n'est pas très intense
et le flux d'air n'est pas violent.
En général en ces occasions la fin du mois
de décembre au janvier par suite de l'expu-
rim vers le sud de ces vastes anticyclo-
nes il s'établit un courant d'air très
intense et d'une force exceptionnelle
balayant tout devant son passage.
Il est très froid et très sec et cause
de baisses remarquables ^{de temp.} sur l'Egypte
et le Soudan. La durée normale est
de 3 jours mais en diverses occasions
il peut se prolonger pendant une
semaine ou plus. Ces vagues se déplacent
sans aucune résistance contraire
apparente due à des gradients de fa-
vourables pénètrent bien loin des
régions équatoriales. Ainsi même la friction
due au sol ni celle de l'air ne sont
capables d'arrêter le mouvt de ces vagues.

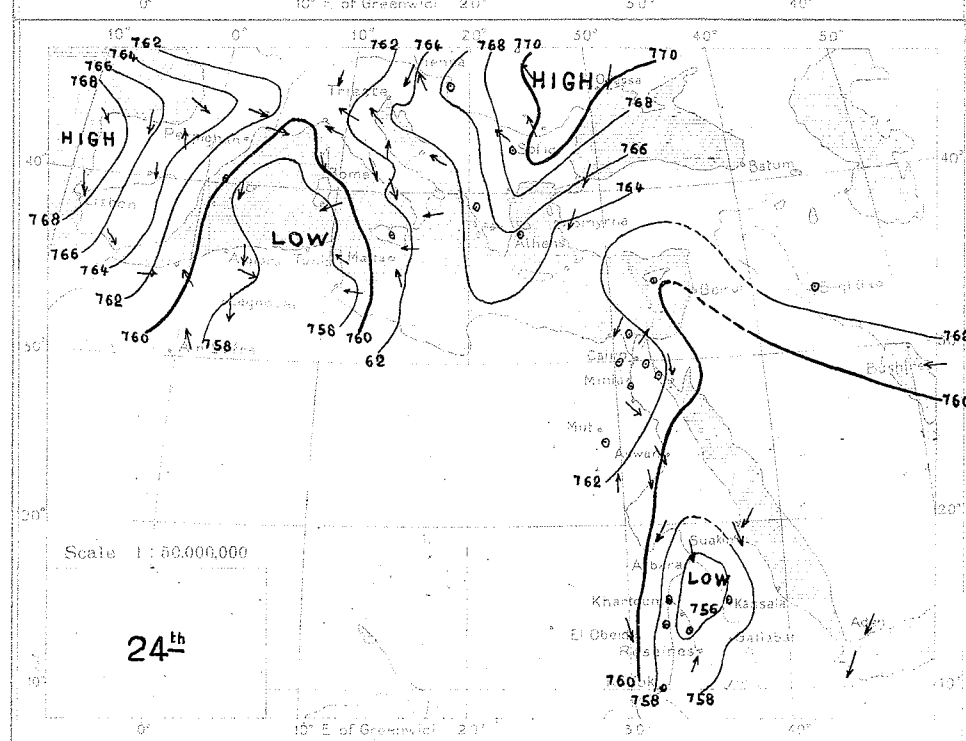
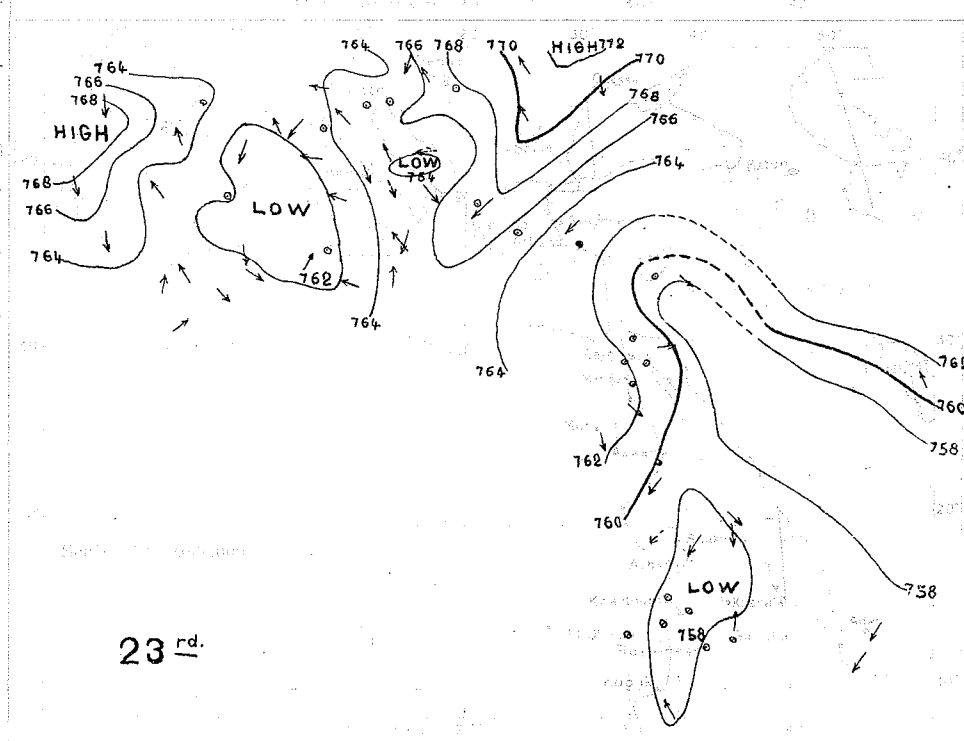
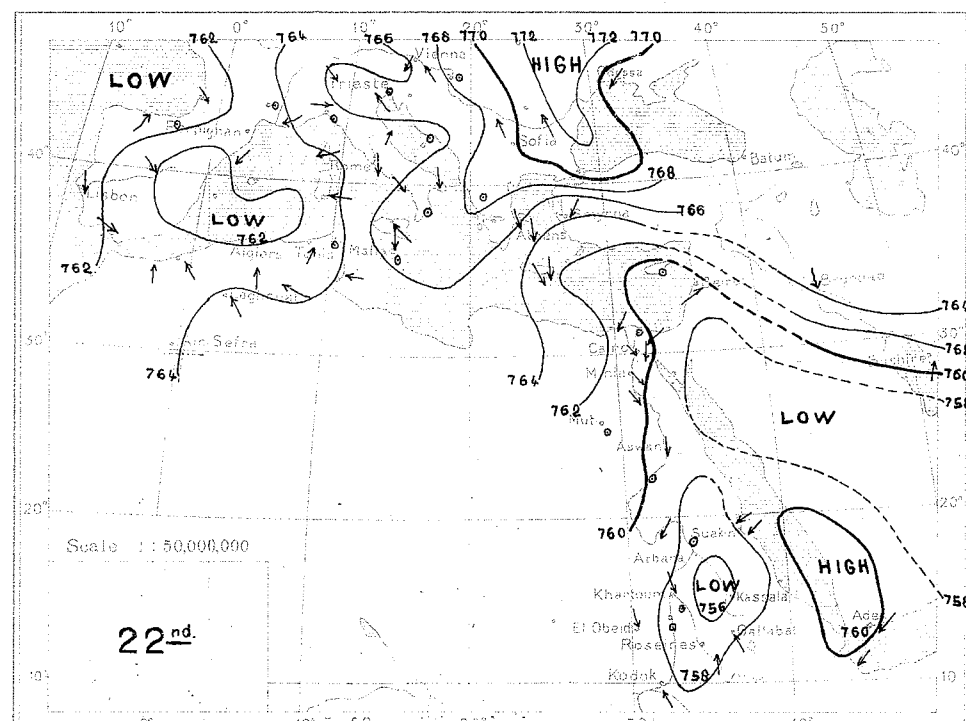
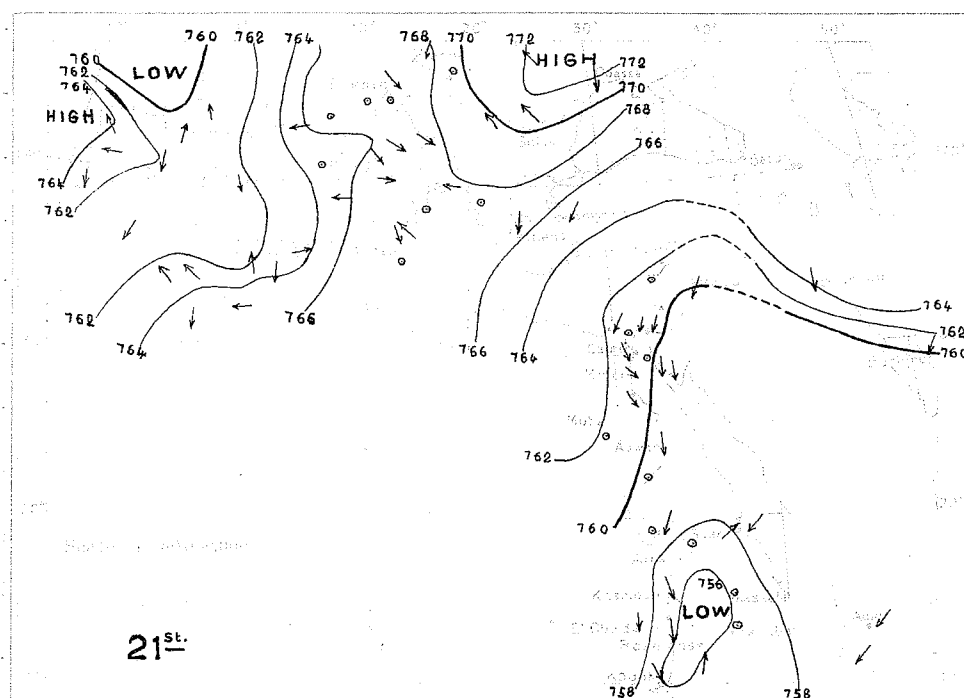
voir les cartes du 19 et 20 oct. 1907

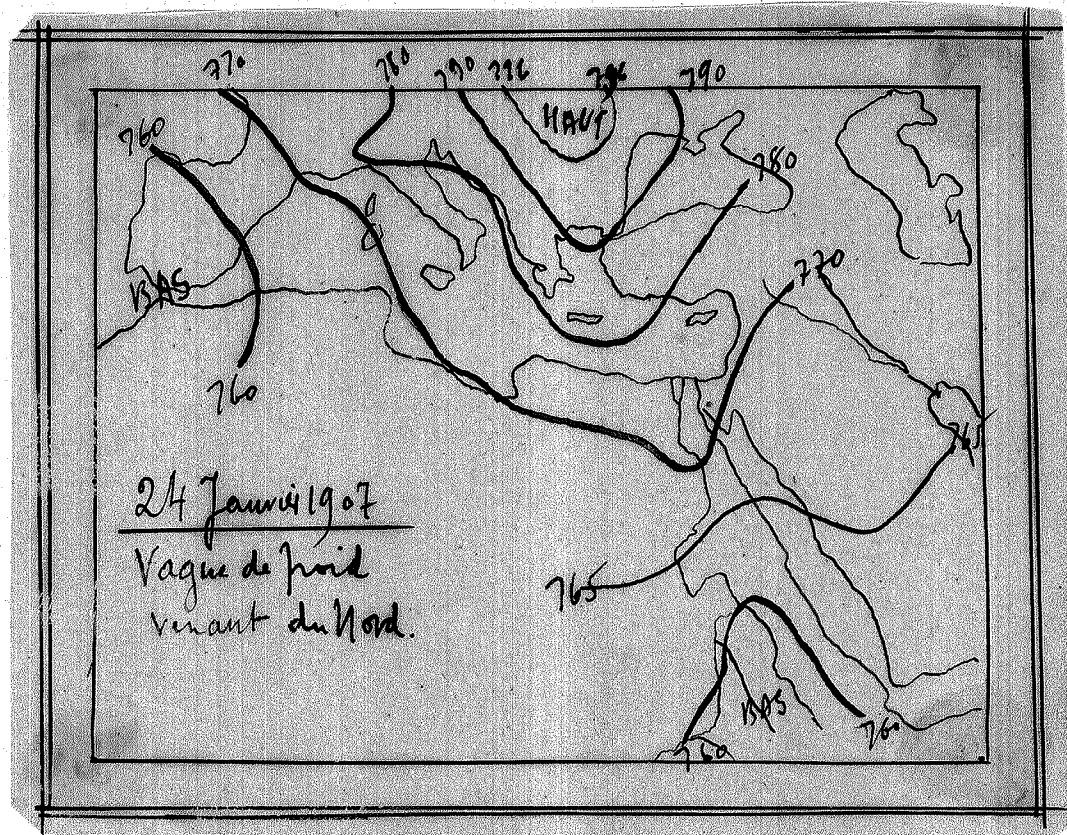
Sur la page suivante.

Je donne aussi copie de la carte des iso-
bares pour le 24 Janv. 1907 représentant
un cas unique de la propagation de
la vague de froid correspondant à cet
anticyclone remarquable qui donne
en outre des valeurs de H_g de 800 mm.



October 1907





Exemple typique d'une distribution
 de pression favorisant le
 développement d'une vague d'air
 froid.

B. Propagation dans direction W-E et NW à SE.

Ces vagues ressemblent à celle qui a été étudiée précédemment en détail. Elles sont surtout causées par l'expulsion vers l'Est et le Sud est du centre anticyclonique qui se trouve sur le Sahara à l'ouest de l'Egypte et qui à l'occasion augmente beaucoup d'intensité et de superficie. Elles se développent surtout en ~~été~~^{hiver} et quelque fois en été. Leur effet sur le Soudan est désastreux car elles repoussent vers le Sud le courant d'air SW qui est humide et qui dépose sur le plateau de l'Abbyssinie son humidité sous forme de pluie. Pendant les périodes de ces vagues une sécheresse extrême est observée sur le Soudan.

C. Propagation des vagues de l'Est vers l'ouest.

Ce genre de vagues ~~sont~~^{est} beaucoup plus rares. Elles avancent surtout en hiver et elles sont causées par l'extension vers l'est des systèmes anticycloniques qui en ce moment de l'année se trouvent installés soit sur le Caucase soit sur la Mésopotamie. Pareilles vagues d'air froid n'ont pas grande influence sur le Climat Egyptien.

Il est à remarquer que selon l'intensité et la vitesse de propagation de la vague celle-ci influence soit l'Egypte et le Soudan à la fois ou l'un ou l'autre seulement.

En Résumé, nous observons des vagues d'air froid en hiver qui s'avancent de la péninsule Balkanique vers la Méditerranée l'Égypte, le Soudan et même la zone équatoriale; des vagues avançant de l'Est vers l'Est et le Sud en ^{printemps} et en été qui affectent négativement la tombée de la pluie sur le plateau Abyssin. Et enfin des vagues d'air froid beaucoup plus rares avançant de l'Est vers l'ouest en hiver et causées par les grands centres anticycloniques du Caucase et de la Mésopotamie.

2. Vagues d'air Chaud.

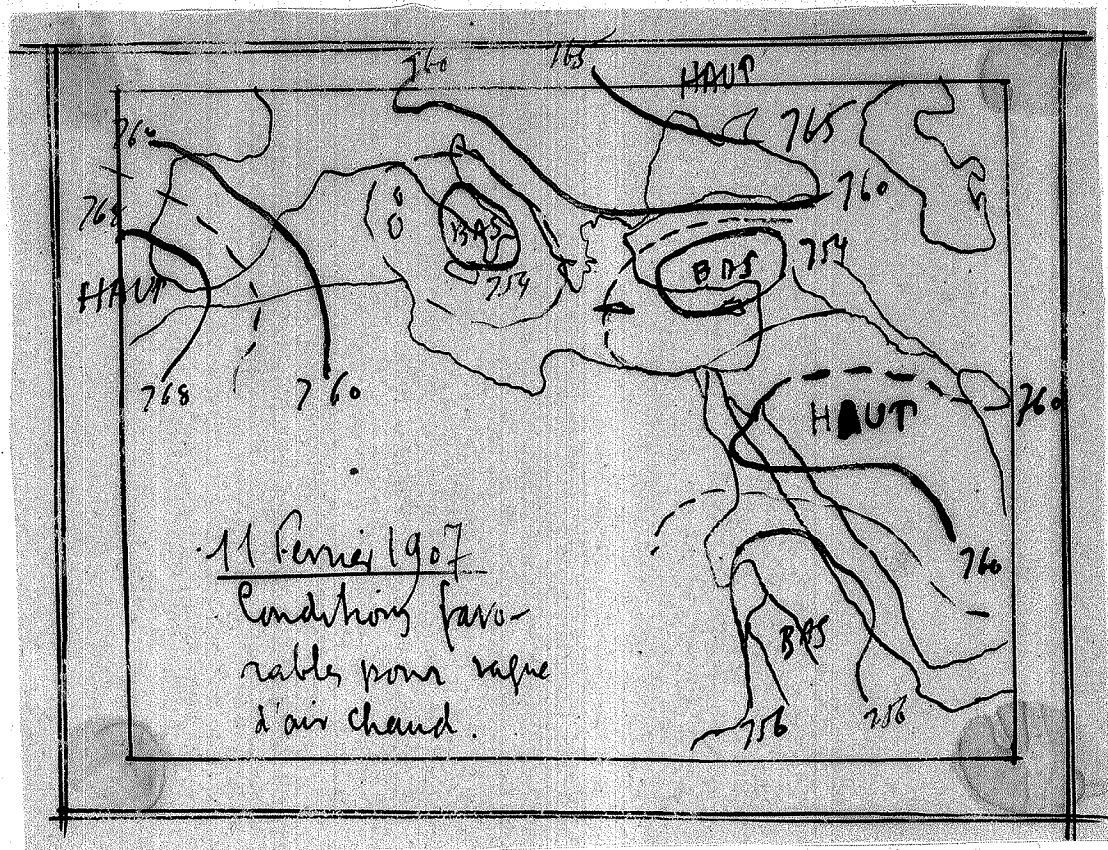
Causes.

L'étude des vagues d'air chaud présente beaucoup plus de difficultés que celle des vagues d'air froid. Pour ces dernières la considération seule de la propagation et l'extension des systèmes anticycloniques suffit pour expliquer dans la plus part des cas l'apparition et la propagation de ces phénomènes. Mais pour les vagues d'air chaud on doit toujours considérer — au moins pour ces régions — le mouvement combiné des cyclones et anticyclones. Ce mouvement lui-même est ^{1^{re}} de la profondeur de chaque cyclone et de la hauteur des anticyclones ainsi que de la saison de l'année de sorte qu'il est bien difficile de classer nettement les vagues et en tirer des lois générales. Chacune a ses particularités propres qui la font différentier des autres.

Toutefois on peut formuler en de grandes lignes les causes qui ont ~~pu~~ contribué à la production de ces phénomènes: —

A. — Les vagues d'air chaud sont observées indifféremment pendant les mois d'Octobre, novembre, Décembre, Jan. Fev, Mars et Avril et Mai. C'est donc au moment où des dépressions atmosphériques pénètrent de la Bassin Méditerranéen. Les vagues observées de Janvier en Mai sont les plus intenses. La présence donc d'une dépression atmosphérique est une condition nécessaire mais pas suffisante pour la production d'une vague d'air chaud. Deux dépressions identiques pourcourant la même trajectoire dans la même saison peuvent causer la première au temps pluvieux, venteux etc et la seconde une vague d'air chaud et oppressif. Ceci dépend surtout de la position relative et de l'intensité du grand centre anticyclonique qui se trouve normalement à l'ouest de l'Egypte et qui suivant l'occasion occupe telle ou telle autre position à l'approche du système cyclonique. Ainsi on a vu en Janvier le thermomètre monter à 41° Cent. sur la bane Egypte par suite de la propagation d'une vague de fort chaleur alors que plusieurs jours plus tôt de temp. de l'ordre de 0° étaient enregistrées lors du passage d'une dépression presque identique à la précédente qui a causé la vague.

B. — De tous les positions relatives, des centres cycloniques et anticycloniques celle où le système ^{anticyclonique} ~~anticyclonique~~ se déplace à l'Est de l'Egypte sur la presqu'île de Sinâ et l'Arabie et où une dépression se trouve q/q part à l'ouest ou au Nord de l'Egypte, est la plus favorable pour la pro-



Exemple typique de la distribution
de la pen. fav. pour le format d'air
vague d'air chaud.

duction et propagation d'une vague d'air chaud. Je donne ci-après une production de la carte du 11 Février 1907 qui est un exemple typique de cette distribution atmosphérique. C'est là une acquisition très importante de l'étude du Climat Egyptien.

La propagation des vagues

Apparition

Comme les dépressions arrivent toujours de l'ouest et que les anticyclones de leur position normale se déplacent soit vers le Sud ou vers l'est, les vagues d'air chaud font leur apparition à l'ouest de la contrée Egyptienne. Elles sont alors signalées par nos stations d'extrême west comme Sid Barrani sur la côte Méditerranéenne et Siwa de l'Intérieur du Sahara.

Quelques caractéristiques de l'Approche.

On peut diviser en deux la nature des vagues d'air ^{humide} pénétrant l'Egypte de l'ouest. —

1°/ Celle qui sont précédées d'une vague humide. Le ciel est alors couvert de nuages, le vent se soulève pas avec violence. L'humidité se maintient au commencement élevée puis elle s'abaisse à mesure que la vague s'approche. Les tempêtes de sable ne sont pas observées dans ces cas.

2°/ Celle qui sont précédées d'un courant d'air sec et où l'humidité relative est très basse pendant toute la durée de la propagation du phénomène. Le ciel est clair en cette

occasion mais le vent acquiert une très grande force et l'atmosphère est remplie de sable fin. J'ai dû toutefois signaler que très souvent avec des vents très forts et violents il n'y a point de sable qui soit soulevé de l'atmosphère. Sans parler de théories émise sur la ionisation de l'atmosphère et de particules de sable je me permets de signaler l'existence probable des cas où le vent enlève du sable, de quelques systèmes tourbillonnaires à axe horizontal qui rouleraient à côté du sol et qui rouleraient par suite les sables des dunes du désert qui est en suite enlevé par les courants généraux. Pareils tourbillons ont été déjà remarqués sur les pentes des Alpes au moment de la propagation de Jökuls.

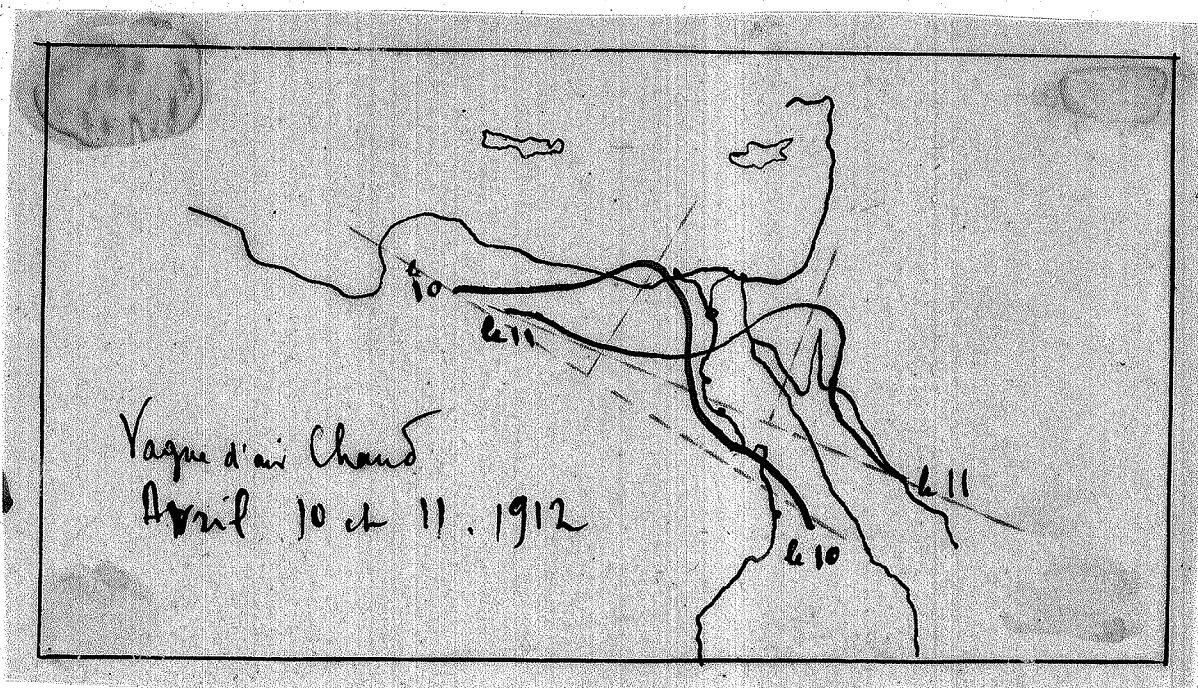
La propagation des vagues d'air chaud.

Cette propagation est en général très irrégulière. Elle est surtout affectée par l'existence de cette grande masse d'eau du Nil qui traverse le pays du Ghazal Sud et par la sinuosité de sa course.

Les vagues affectant seulement le bas et la haute Egypte.

Les vagues en général s'avancent sans trop changer la ligne de leur front. Elles se déplacent parallèlement à elles-mêmes en translation avec une légère rotation* d'après un centre idéal qui se trouverait sur le désert. Au passage des vagues les températures de toutes les stations se lèvent très rapidement et l'humidité en

* voir dessin ci-inclus.

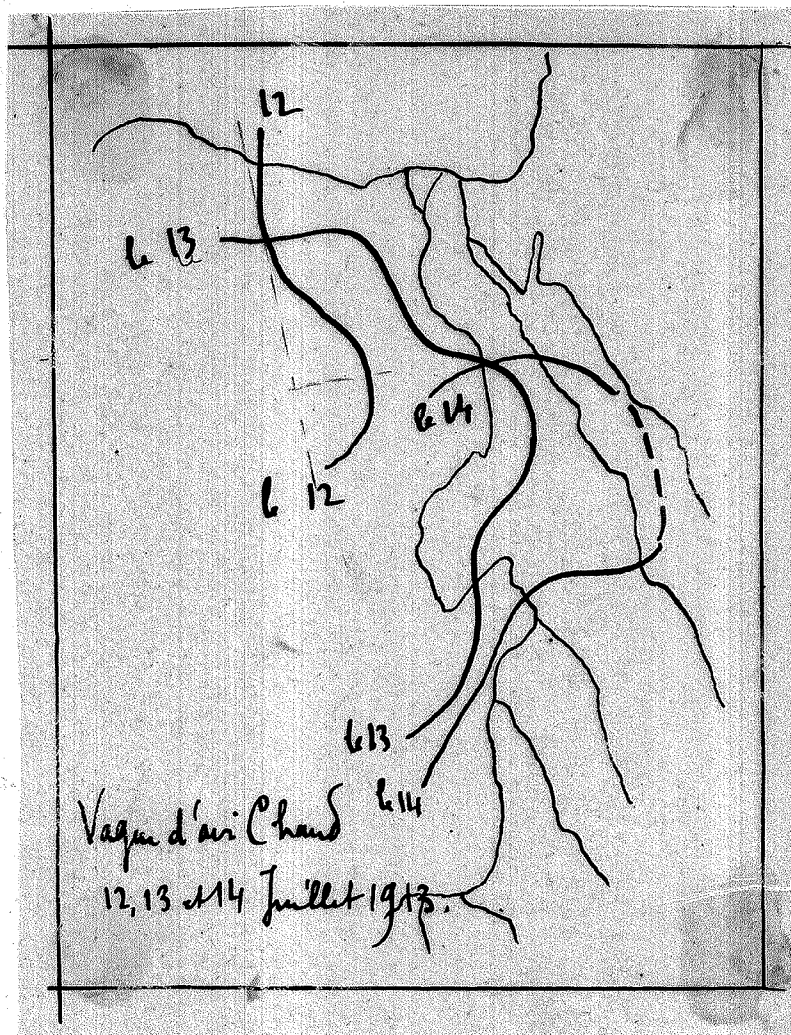


Exemple vague affectant l'Egypte
seulement.

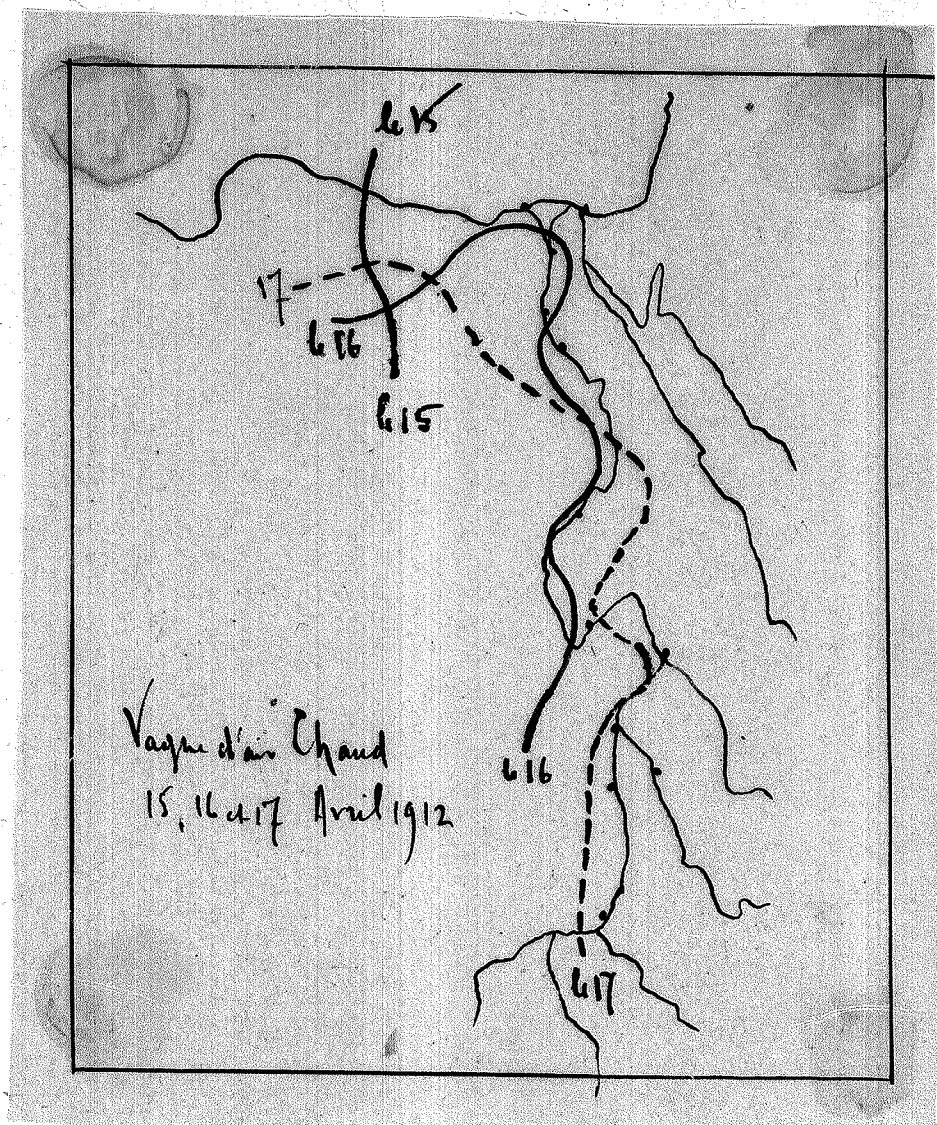
général décroît. A cette règle générale une station : Port Sâid sur l'entrée du canal de Suez fait très souvent exception à cette règle. Comme elle est entourée de toute part de grandes étendues d'eau : la mer Méditerranée et le lac Mariout, elle résiste ni j'puis m'exprimer ainsi à l'attaque de la vague d'air chaud. Alors que toutes les stations de l'Egypte ont des temp. supérieures à 40° et des humidités variant entre 20 et 30 %, Port Sâid conserve un maximum de 30° et une humidité de 80 à 90 %. Ce n'est qu'un long temps après (24 ou 48 heures) ^{après} qu'elle cède au combat des éléments et que son thermomètre hausse d'un 12° de degré et que son humidité baisse très rapidement.

B) vagues affectant l'Egypte et une partie du Soudan.

Les vagues ont en général un plus grand front d'attaque. En outre le front change très souvent de direction d'un jour à l'autre. La propagation se fait beaucoup plus rapidement sur l'Egypte et sur la mer Rouge alors qu'elle ^{est} arrêtée sur le Soudan par suite de l'existence d'un courant d'air venant du Sud si ces vagues ont lieu pendant la période des moussons. Pour cela on peut voir le diagramme qui s'attache ici même, pour le mois de Juillet 1913 où une vague d'air chaud apparaît à l'ouest de l'Egypte le 12 Juillet 1913 ayant un front presque parallèle au cours du Nil. Le lendemain 13 cette vague s'étendit vers l'est ^{et le Sud} et son front changea de forme comme on le voit sur le diagramme. Le 14 l'expansion continua très grande sur la mer Rouge alors



Vague affectant l'Egypte
et une partie du Soudan.



Vague affectant et englobant
le Soudan.

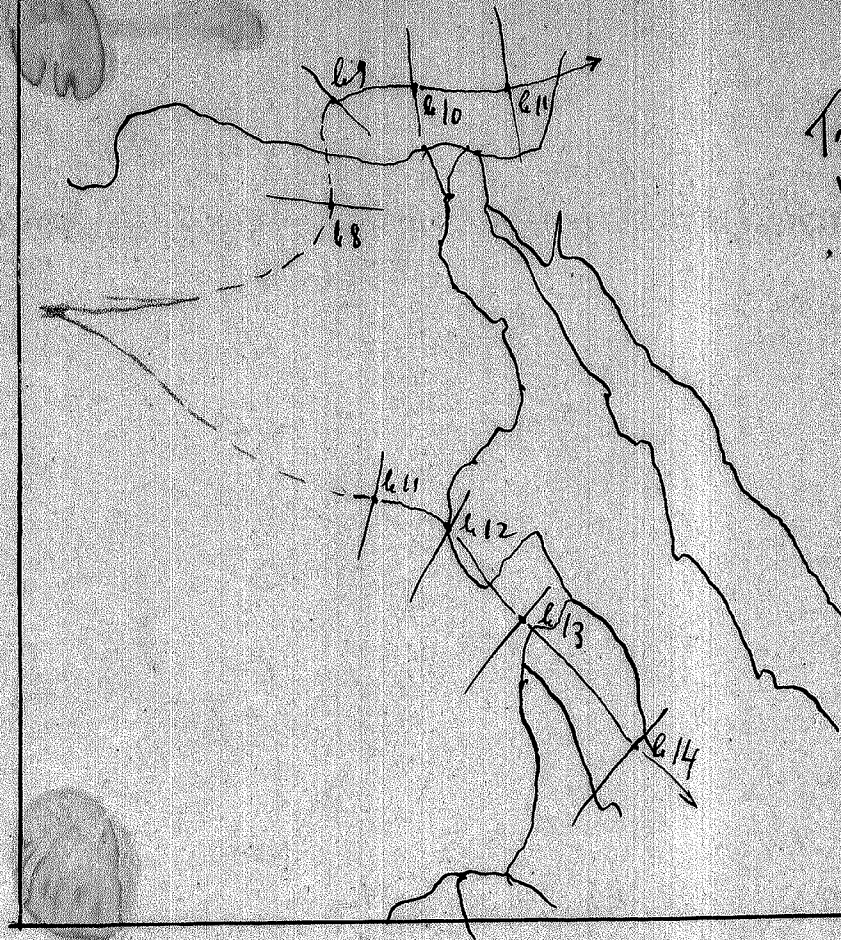
que sur le Soudan la progression fut très lente entre le 13 et 14 par suite de l'existence des vents du Sud qui arrêtaient l'expansion de la vague. Sur d'autres occasions la vague est arrêtée ou absorbée par l'effet du fleuve sur les masses d'air en mouvement.

1° Vagues affectant l'Égypte et tout le Soudan

Je donne ci-après l'exemple d'une vague d'air chaud qui de son expansion affecta toute l'Égypte et le Soudan et dont le front d'attaque prit les formes des sinuosités du Nil. Ainsi le 15 Avril elle fit son apparition avançant d'une direction perpendiculaire à la ligne West-Est, le 16 cette vague s'étalla très peu vers l'Est et beaucoup vers le Sud sur le Soudan tandis que son front se transforma radicalement en prenant à peu près la forme des sinuosités du cours du Nil. Le 17 le front de la vague au nord s'aplatit un peu mais conserva son allure vers le Sud et s'avance vers le Soudan Central. La vague du 29 Mai au 2 Juin 1914 que j'ai traitée dans le corps de cette étude peut être classée sous la même rubrique (1°) mais son expansion vers le Sud n'a pas été grande.

3° Système de 2 ou plusieurs vagues simultanées

Souvent le même origine de création d'une vague d'air chaud donne naissance à deux ou plusieurs vagues qui se propagent simultanément l'une sur l'Égypte et l'autre sur le Soudan par exemple.



Trajectoires des
vagues d'air
chaud.

8-14 Mars
1915.

Système combiné de deux vagues

Ceci arrive toutes les fois que la depression qui donna naissance a cette vague s'avance de l'Interieur du Sahara et qui traversa la ~~E~~ contrée a la hauteur du Soudan du Nord. Je donne ci après, ^{copie} de la propagation d'une pareille vague qui prit naissance dans le Sahara vers le 7 mai 1915, s'avance très vite sur Delta et au Nord du Delta le 8, 9, 10 et 11 et très lentement sur le Soudan où fit m'apparition le 11 a l'ouest de Wadi Halfa et penetra bien loin du Sud Soudanais. Sur d'autres occasions deux ou plusieurs systèmes se suivent de très près.

Durée de Propagation des vagues d'air Chaud

En général les vagues mettent trois jours pour traverser l'Egypte et le Soudan mais en qqs occasions par des périodes de calme plat la durée de propagat. est très longue. Entre le 12 et 17 mai 1916 une vague d'air chaud mit 6 jours pour traverser l'Egypte. Les maxima de 45 et 47 ont été enregistrés a son passage.

Résumé sur les vagues d'air Chaud.

Les vagues en général avancent de l'ouest. Elles se propagent ^{ont} dans une direction west-est en conservant la forme de leur front d'attaque soit dans la direction NW SE en changeant totalement la forme de leur front d'attaque. Ce changement

de front se produit soit sous l'influence
du cours du Nil qui donne à la ligne
des front la même allure que les sinuo-
sités de son cours, soit des influences
indépendantes du cours du Nil qd la ligne
de front prend de formes variées avec
l'intensité et la vitesse de propagation de
la vague.

En moyenne, ces vagues mettent trois jours
pour traverser l'Egypte et le Soudan.

N. A. Laminou
Shertouy le 15. 6. 1922