Académie royale des Sciences coloniales

Classe des Sciences techniques

Mémoires. — Collection in-4°
Tome V. — Fascicule 5.

Koninklijke Academie voor Koloniale Wetenschappen

Klasse der Technische Wetenschappen

Verhandelingen. — Verzameling in-4°
Boek V. — Aflevering 5.

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ATMOSPHÈRE ÉQUATORIALE :

UNE ANNÉE DE RADIOSONDAGES A LÉOPOLDVILLE

PAR

M. BERRUEX

Lic. Sc., Météorologiste chef du Bureau de climatologie
du Service météorologique du Congo belge.

Rue de Livourne, 80A
BRUXELLES 5

Livornostraat, 80A
BRUSSEL 5

1958

PRIX : F 180
PRIJS :

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ATMOSPHÈRE ÉQUATORIALE :

UNE ANNÉE DE RADIOSONDAGES A LÉOPOLDVILLE

PAR

M. BERRUEX

LIC. SC., MÉTÉOROLOGISTE CHEF DU BUREAU DE CLIMATOLOGIE
DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CONGO BELGE.

Mémoire présenté à la séance du 29 novembre 1957.
Rapporteurs : MM. P. Herrinck et E.-J. Devroey.

Académie royale des Sciences coloniales

CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES

Mémoires. — Collection in-4°
Tome V. — Fascicule 5.

Koninklijke Academie voor Koloniale Wetenschappen

KLASSE DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling in-4°
Boek V. — Aflevering 5.

Contribution à la connaissance de l'atmosphère équatoriale: Une année de radiosondages à Léopolville

par

M. BERRUEX

ERRATA

			LIRE
Couverture	5e ligne	fasc. 5 afl. 5	fasc. 5 et dernier afl. 5 en laatste
p. 4	21e ligne	humidité relative	humidité relative en %
»	25e ligne	mètres géopotentiels	mètre géopotentiel
»	26e ligne	$\frac{\delta T}{\vartheta H}$	$\frac{\delta T}{\delta H}$
»	*in fine*	*ajouter :*	
		Note : Les graphiques aérologiques (fig. 1, 2 ...) présentent dans leur coin inférieur gauche l'extension correspondant aux faibles pressions et aux basses températures. Le lecteur est prié d'imaginer que cette partie du graphique prolonge le graphique principal vers le haut.	
p. 6	17e ligne	local	temps local
»	19e ligne	« détruire »	détruire
»	22e ligne	800 à 1000 m	les 800 à 1000 premiers mètres
p. 7	titre fig.	basses	basses couches
p. 8	4e ligne	invasions	inversions

		LIRE
p. 8	25e ligne	le 8 janvier — le 8 novembre
p. 9	titre fig.	*ajouter :* montrant une structure feuilletée par faible humidité relative en altitude (p. 8, § 3.2).
p. 10	titre fig.	*ajouter :* La stratification a disparu au dessus de 850 mb (p. 8, § 3.2).
p. 11	titre fig.	*ajouter :* Les variations du gradient de température sont déjà nettement marquées et la stratification réapparaît (p. 8, § 3.2).
»	au bas de la fig.	*ajouter 3 indications de température :* à partir de la gauche : –80 /–70 /–60.
p. 12	titre fig.	*ajouter :* La stratification existe encore (p. 8, § 3.2).
p. 13	titre fig.	*ajouter :* (p. 8, § 3.3).
p. 14	titre fig.	*ajouter :* Il montre une forte variation de gradient de température au voisinage de l'isotherme 0° C et entre 200 et 150 mb (p. 15, § 3.4 et p. 41, ch. 6).
p. 15	8e ligne	*ajouter :* (*fig.* 6*bis*).
p. 16	titre fig.	*ajouter :* (p. 15, § 3.2).
p. 17	17e ligne	1945 GMT — 0945 GMT
p. 20	titre fig.	*ajouter :* donnés par les deux sondes.
pp. 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33 et 35	»	Moyennes mensuelles de T et T*d* du mois, *au lieu de* : Moyennes mensuelles du mois.
pp. 24 et 28	»	T*m* + 26 et T*m* — 26 — $T_m + 2\sigma$ et $T_m - 2\sigma$(T_m = température moyenne).
p. 34	27 ligne	*ajouter* après par exemple : où la courbe de température suit généralement une adiabatique sèche.
p. 36	3e, 6e et 7e lignes	T_m — Tm
p. 42	titre	*ajouter :* (1).
»	*in fine*	(1) *Note de l'auteur ajoutée sur épreuve :* Depuis le 30 juin 1956 où ce travail a été terminé et le manuscrit déposé, la Résolution 42 (EC-IV) de l'O. M. M. a été modifiée et une nouvelle version de la définition de la tropopause a été adoptée, voir page ...
p. 44	14e ligne	$\log_1{}^0$ — $\log_{10}$
»	après la 22e ligne	*intercaler :* Cette méthode mixte (graphique et calcul) peut paraître boîteuse. Cependant, la détermination graphique de l'épaisseur d'une couche troposphérique donne pratiquement le même résultat que le calcul, comme le montre le *tableau VI bis*. Pour quelques sondages où la tropopause coïncidait avec le niveau standard 100 mb, nous avons calculé son altitude des deux façons :

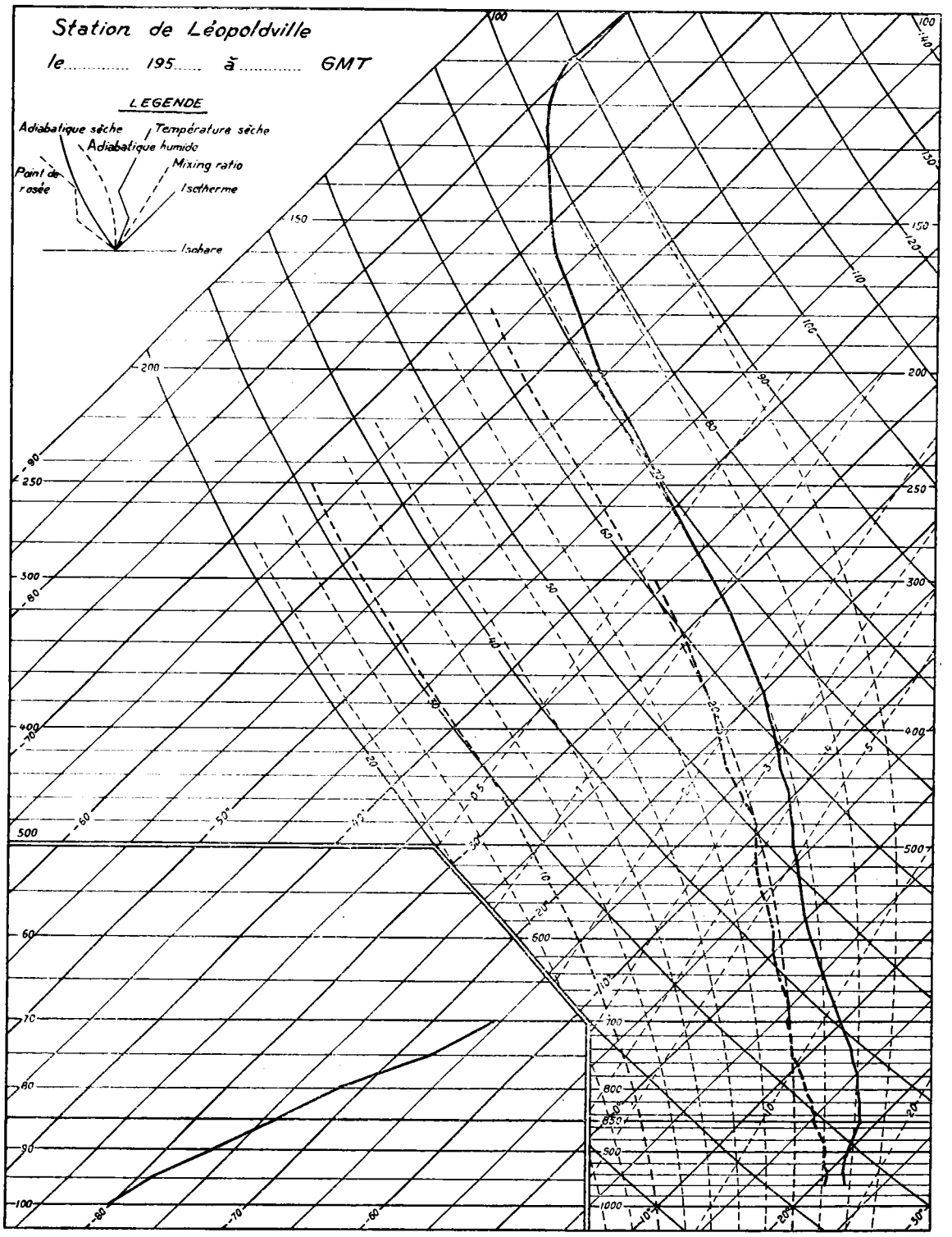

FIG. 19. — Moyennes mensuelles de T et Td du mois de mars 1955 à 0600 GMT.

		LIRE	
		a) graphiquement jusqu'à 100 mb ; *b)* graphiquement jusqu'à 150 mb et la couche 150 à 100 mbs par le calcul selon la formule ci-dessus. La différence absolue trouvée est de 7 m, soit 0,4 % ce qui est négligeable.	
p. 49	23e ligne	χ	X
p. 50	fig. 27*a*	*remplacer* ligne brisée par un trait plein.	
p. 54	titre	*ajouter :* par H. AREND, Lic. math.	
p. 55	9e ligne	$\frac{DTv}{dH}$	$\frac{dTv}{dH}$
»	13e, 16e et 18e lignes	R_a p en cb	R_a avec p en cb
»	24e ligne	$(_{95})$	(95)
p. 56	4e ligne	R_a	R_a
»	»	T_v^o	T_v^o
»	8e ligne	$T_{(9,5)}$	$T(9,5)$
»	9e ligne	°C/a	°C/1
»	13e ligne	la col. gpm vient contre col. o et ne fait qu'un avec elle.	
p. 58	titre	TD	T*d*
»	5e ligne	19,5	19,4
»	7e ligne	16,3 ; 20,5	16,2 ; 20,4
»	9e l.	13,8 ; 17,9 ; 16,2 ; 19,3 ; 17,9	16,0 ; 13,8 ; 17,9 ; 16,2 ; 19,3
»	16e l.	17,5 ; 11,1 ; 16,2 ; 10,3 ; 15,6 ; 12,0 ; 16,1 ; 13,5	15,4 ; 17,5 ; 11,1 ; 16,2 ; 10,3 ; 15,6 ; 12,0 ; 16,1.
»	22e ligne	10,4	10,3
»	24e l.	12,9	12,8
»	31e l.	3,8	4,8
»	5e col.	–2,5 ; –3,5 ; –7,5	–2,6 ; –4,5 ; –6,5
p. 59	4e ligne	Tb	Td
»	20e ligne	2,20	12,0
»	30e ligne	45	4,5
p. 60	titre	TD	Td
»	5e col.	–19,7	–18,7
»	4e col.	–73,0	–73,2
»	6e col.	–27,5 ; –37,0	–28,5 ; –38,0
»	23e ligne	–27,6 ; –26,8	–37,6 ; –36,8
»	9e col.	–32,9	–43,9
»	10e col.	–58,0 ; –63,0	–58,5 ; –73,0
»	12e col.	–34,0 ; –46,9 ; –73,5	–34,9 ; –45,9 ; –74,5
»	14e col.	–23,3 ; –24,5	–13,3 ; –14,5
p. 61	8e ligne	–11,1 ; –14,1 ; –11,3 ; –18,0	–14,5 ; –11,1 ; –14,1 ; –11,3

			LIRE
p. 61	4e col.	–15,6 ; –27,0 ; –61,6	–13,6 ; –37,0 ; –61,7
»	18e ligne	*à supprimer*	
»	23e l.	–40,4 ; –20,7	–30,4 ; –30,7
»	42e l.	–72,3	–73,3
p. 63	7e l.	17,5	17,6
»	12e l.	4,9	3,9
»	5e col.	55,7	53,7
»	2e l.	TD	Td
»	8e l.	–6,2	–5,2
»	9e l.	7595,4 ; –20,2	7595,3 ; –29,3
»	13e l.	–68,8	–67,8
»	7e col.	1782,6 ; 8670,1 ; 17073,5	17882,6 ; 9670,1 ; 17078,5
»	33e l.	19,5	18,5
»	44e l.	13550,2	18550,2
p. 64	5e ligne	7, 6 ; 6,9 ; 3,7	8,3 ; 7,6 ; 6,9
»	14e col. (tableau IV)	6,2 ; –4,1	–3,1 ; –5,1
p. 66	1re col.	jusqu'à 72,5	jusqu'à –72,5° C
»	»	72,6-77,5	de –72,6 à –77,5° C
»	»	77,6-82,5	de –77,6 à –82,5° C
»	»	02,6-87,5	de –82,6 à –87,5° C
»	»	87,6	–87,6° C et au delà
p. 67	8e col.	17,4	16,4
p. 68	11e col. et 24e ligne	57	37
p. 69	2e ligne	600 mb ; 550 mb	900 mb ; 850 mb
»	14e ligne	900 mb ; 850 mb	600 mb ; 550 mb
»	17e l.	16	26
»	18e l.	26	27
»	26e l.	Z	2
»	30e l.	16,1	15,1
p. 70	4e l.	795	794
»	10e l.	341	413
pp. 71, 72, et 73	2e l.	td ; $t_u - t$; T_u ; $\frac{dT_u}{dH}$	t_d ; $t_v - t$; T_v ; $\frac{dT_v}{dH}$
p. 71	19e l.	294,46	293,46
»	7e col.	*ajouter :* –0,74 entre la 6e et la 7e ligne *remonter* les autres nombres à l'interligne supérieur ; *abaisser à l'interligne inférieur :* –0,65 ; –0,30 ; –0,63 ; –0,69.	
p. 72	7e col.	*élever à l'interligne supérieur* tous les nombres sauf les suivants qu'il faut *abaisser à l'interligne inférieur :* –0,5 –0,54 ; –0,59 ; –0,62 ; –0,66 ; –0,80 ; –0,84	

			LIRE
p. 72	15e ligne	0,5 ; 279,96	0,6 ; 269,96
»	28e l.	*ajouter :*	
		400 | –16,9 | –23,9 | 0,2 | 256,46 | 7563,2 | |0,5434	
»	35e l.	22,1	32,1
p. 73	15e l.	207,76	206,76
»	29e l.	73,9	72,9
»	34e l.	19536,76 ; 0,09886	19536,6 ; 0,09885
p. 74	8e l.	541 ; 1,119 ; 11,5 ; 538 ; 1,097	22,7 ; 541 ; 1,119 ; 11,5 ; 538
»	10e l.	18,7	19,7
»	13e l.	5,6	4,6

TABLEAUX DE VALEURS

		Pages.
Tableau I	: Moyenne mensuelle de T et Td, de 10 en 10 mb du sol à 150 mb et 5 en 5 mb de 150 à 70 mb	58
Tableau II	: Tableau comparatif des températures moyennes fournies par les sondes allemande, canadienne 1948 et finlandaise 1950	62
Tableau III	: Niveaux standards. Moyennes mensuelles T, Td et H	63
Tableau IV	: Gradients mensuels moyens de température à 0600 GMT	64
Tableau IV *(bis)*	: Gradients mensuels moyens de température	64
Tableau V	: Altitude isotherme 0° C. Moyennes mensuelles	65
Tableau VI	: Tropopause. Tableau des moyennes mensuelles	65
Tableau VI *(bis)*	: Comparaison des altitudes de 100 mb graphiques et calculées	65
Tableau VII	: Tropopause. Fréquence d'occurrence en pour-cent	66
Tableau VIII	: Écarts quadratiques de température pour juillet et novembre 1954	66
Tableau IX	: Écarts quadratiques, moyennes, % des valeurs dans l'intervalle Tm + 2	67
Tableau X	: Fréquence d'occurrence en pour cent (F). Saison des pluies	68
Tableau X (suite)	: Fréquence d'occurrence en pour cent (F). Saison sèche	69
Tableau XI	: Thermoisoplèthes	70
Tableau XII	: Atmosphère moyenne à Léopoldville	71
Tableau XII	: Atmosphères moyennes comparées	74

APPENDICE

Nouvelle version de la définition de la tropopause

a) La « première tropopause » est définie comme étant le niveau le plus bas auquel le gradient vertical de température (*) devient inférieur ou égal à 2° C/km à condition que le gradient moyen (**) entre ce niveau et un niveau supérieur quelconque distant de moins de 2 km ne dépasse pas 2° C/km.

b) Si au-dessus de la première tropopause le *gradient vertical moyen* (**) entre un niveau quelconque et tous les niveaux plus élevés distants de moins d'un km dépasse 3° C/km, une « deuxième tropopause » est définie par les mêmes critères que ceux figurant sous *a)*. Cette tropopause peut être située à l'intérieur ou au-dessus de la couche de 1 km.

Notes explicatives.

1. Il convient d'appliquer les conversions suivantes :

Gradient vertical de 2° C/km	1° F/1.000 pieds
Gradient moyen de 4° C/2 km	7° F/6.500 pieds
Gradient moyen de 3° C/1 km	5° F/3.250 pieds

2. Si un sondage se termine à moins de 2 km au dessus du niveau qui semble par ailleurs être la tropopause, l'expression « tropopause non définie » sera utilisée.

3. La couche au gradient vertical dépassant 3° C/km, dont il est question au paragraphe *b*, peut être située à n'importe quelle altitude au dessus de la première tropopause et ne doit pas forcément se trouver à plus de 2 km au dessus de celle-ci.

4. Si la couche de 1 km d'épaisseur, dont il est question dans le paragraphe *b*, est présente, mais qu'une seconde tropopause n'est pas atteinte ou n'est pas déterminée (au sens de la note 2), il convient de le signaler.

5. Afin d'exclure, autant que possible, des discontinuités dans la troposphère, telles que surfaces frontales ou inversions de subsidence, un niveau correspondant par ailleurs à la définition de la tropopause, mais observé au dessous du niveau de 500 mb, ne sera pas appelé tropopause, sauf s'il s'agit du seul niveau remplissant les conditions de la définition et si le gradient moyen ne dépasse pas 3° C/km sur une épaisseur d'au moins 1 km dans une couche quelconque plus élevée. Le sondage doit en outre atteindre au moins le niveau de 200 mb (Cette disposition vise à ne considérer comme tropopause une discontinuité dans le gradient vertical à un niveau situé au-dessous de celui de 500 mb que s'il est certain qu'un autre choix est impossible.

(*) Le gradient vertical de température est la variation de la température avec l'altitude.

(**) Le gradient moyen est la différence entre les températures des points extrêmes respectifs divisée par la différence de hauteur, indépendamment des variations du gradient dans la couche entre les points extrêmes.

ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

MÉMOIRES

KONINKLIJKE AKADEMIE VOOR KOLONIALE WETENSCHAPPEN

VERHANDELINGEN

TABLE DES MÉMOIRES CONTENUS DANS LE TOME V

1. La géodésie et la méthode gravimétrique (72 pages, 1949) ; par L. BRAGARD.

2. L'emploi géodésique des projections conformes (130 pages, 3 planches, 1950) ; par R. PAHAUT.

3. Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la carte magnétique du Congo belge. — Fasc. IV. — Haut-Uele-Aruwimi, le fleuve de Ponthierville à Bumba (27 novembre 1936-20 juin 1937) (67 pages, 117 figures, 2 cartes, 1951) ; par L. HERMANS.

4. Observations magnétiques à la frontière du Congo belge et de l'Ouganda entre les latitudes 1'10" nord et sud et en plusieurs points de l'Ouganda et du Kenya (176 pages, 1953) ; par M. DEHALU.

5. Contribution à la connaissance de l'atmosphère équatoriale. Une année de radiosondages à Léopoldville (80 pages, 44 figures, 13 tableaux, 1958) ; par M. BERRUEX.

ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

Classe des Sciences techniques

MÉMOIRES

KONINKLIJKE AKADÉMIE VOOR KOLONIALE WETENSCHAPPEN

Klasse der Technische Wetenschappen

VERHANDELINGEN

In-4° — V — 1949-1958

Rue de Livourne, 80A
BRUXELLES 5

Livornostraat, 80A
BRUSSEL 5

1958

IMPRIMERIE J. DUCULOT
S. A.
GEMBLOUX

Contribution à la connaissance de l'atmosphère équatoriale : une année de radiosondages à Léopoldville.

1. Introduction.

1.1. — Le but de ce travail est avant tout de publier des résultats de radiosondages effectués dans une région voisine de l'équateur. Les coordonnées de Léopoldville sont : latitude 4°22′ sud, longitude 15°15′ est.

Si les pays des régions tempérées ont derrière eux de nombreuses années d'expérience dans le domaine des sondages de température et d'humidité en altitude, si l'atmosphère de ces régions a déjà livré beaucoup de ses secrets, il n'en est pas de même pour certaines régions équatoriales. L'organisation et l'exploitation d'une station de radiosondages dans ces régions pose des problèmes de personnel et de matériel parfois difficiles à résoudre. La température et l'humidité généralement élevées qui y règnent détériorent rapidement les piles (pour ne citer qu'un exemple) et des précautions sérieuses doivent être prises pour leur conservation : installation de locaux conditionnés.

1.2. — Au Congo belge, c'est en 1950 que les premiers radiosondages ont été effectués, à titre presque uniquement expérimental. Différents types de sondes ont été essayés : canadienne, finlandaise, anglaise, allemande. Deux séries de sondages par sonde canadienne en septembre 1950 et février 1951 ont donné lieu à deux publications [1], [2]. La sonde canadienne de cette époque a été abandonnée, car, à cause du climat elle était délicate à mettre au point et le pourcentage des instruments à rejeter pour défectuosités très élevé. D'autre part, une erreur de rayonnement importante était soupçonnée chez cet instrument.

Le choix définitif du Service météorologique s'est porté sur la sonde

allemande du Dr GRAW (type H_{48} et H_{50}), car elle offre de nombreux avantages pour les régions qui nous intéressent. Elle est robuste et peut être stockée pendant de longues années sans précaution spéciale. Sa mise au point avant le lancer (contrôle, montage) demande un minimum de temps, et peut être confiée en grande partie au personnel auxiliaire indigène. La transmission des mesures par signaux Morse est son grand avantage : la réception au sol n'exige qu'un récepteur de T. S. F. ordinaire et un opérateur-radio indigène. Cette sonde permet donc d'utiliser au maximum le personnel africain peu spécialisé.

C'est au début de 1953 que l'exploitation de la station de radiosondages de Léopoldville est devenue officielle et régulière, tout en restant tributaire des possibilités en personnel. Jusqu'en avril 1954, il y eut en moyenne 4 sondages par semaine à 1200 GMT, imposés par des obligations internationales de protection aérienne. Dès la mi-avril 1954, il a été possible d'effectuer un radiosondage chaque jour ouvrable à 0600 GMT. Nous publions ici les résultats d'une année s'étendant de mai 1954 à avril 1955 inclus.

1.3. — Les chiffres entre crochets [ ] renvoient à la bibliographie.

Les abréviations suivantes ont été utilisées :

T	= température mesurée en degrés Celsius (°C).
Td	= point de rosée en °C.
U	= humidité relative.
P	= pression en millibars.
mb	= millibar.
H	= hauteur ou altitude, en mètres géopotentiels.
gpm	= mètres géopotentiels.
$\gamma = -\frac{\delta T}{\delta H}$	= gradient de température en °C/km géop.
σ	= écart quadratique.
t	= temps.
N	= nombre d'observations.

2. Méthode de travail.

2.1. — Tous les sondages faisant l'objet de cette publication ont été effectués à 0600 GMT par la sonde allemande H_{48}. Son principe est le même que celui de la H_{50} décrite par Max Hinzpeter [3]. Dans la H_{48}, le tambour des signaux Morse est entraîné par une roue éolienne, tandis que dans la H_{50} il est mû par un moteur. Avant le lancer, chaque sonde a fait l'objet d'un contrôle minutieux, son hygromètre a été régénéré pendant au moins 24 heures dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau.

2.2. — La méthode de dépouillement n'est que succinctement décrite ci-dessous. Les chiffres-codes (Morse) U, T, P, reçus dans cet ordre par l'opérateur radio, sont d'abord pointés en fonction de t sur papier millimétré. Cette représentation de la distribution verticale des éléments mesurés permet de faire le choix des points singuliers qui constitueront le message aérologique « TEMP ». Les chiffres-codes des points P, T, U, choisis sont convertis en valeurs réelles par l'intermédiaire de la feuille d'étalonnage dont chaque sonde est pourvue. Les courbes T et U sont alors reproduites en fonction de P sur un aérogramme de dépouillement mis au point au service. Cet aérogramme permet la détermination des épaisseurs des couches troposphériques et cela sans devoir passer aux températures virtuelles, ce qui est un gain de temps.

2.3. — Les valeurs publiées sont brutes, c'est-à-dire que les corrections de rayonnement, d'inertie thermique, de vitesse de l'air, n'ont pas été appliquées. Très peu de sondages à la descente ont pu être captés et seulement un ou deux étaient exploitables, ce qui ne permet pas une étude expérimentale de ces corrections ; voir [4], [5], [6], [7], [8]. Cependant, d'après le peu de renseignements dont nous disposons, l'erreur sur la température serait inférieure à 0,5°C du sol à 600 mb, inférieure à 1°C entre 600 et 300 mb, et de 1 à 2°C de 300 à 100 mb ; il s'agit bien entendu de l'erreur globale traduite en °C provenant à la fois de l'inertie thermique et du rayonnement affectant les éléments de mesure, et de la vitesse de l'air. Lorsque de nombreuses descentes auront pu être enregistrées, cette question pourra faire l'objet d'une étude.

2.4. — Les sondages effectués au cours de l'année en question sont directement comparables entre eux. Ils ont en effet tous été effectués à la même heure synoptique, 0600 GMT, et ont tous été dépouillés par la même personne. Les sondages du 21 août 1954 et du 5 janvier 1955 s'écartant anormalement de la moyenne dès 300 mb ont été éliminés, la sonde étant sans aucun doute responsable du grand écart constaté. Pour faciliter le calcul des moyennes tous les sondages ont été pointés de 10 en 10 mb du sol à 150 mb, puis 5 en 5 mb de 150 à 70 mb, sur l'aérogramme de dépouillement. Trop peu de sondages ayant dépassé 70 mb, la région située au-dessus n'a pas été prise en considération. Nous en donnons cependant quelques chiffres au paragraphe 7.3.

3. Aspect général des sondages.

3.1. — A de rares exceptions près, tous les sondages présentent une inversion plus ou moins marquée dans les basses couches de l'atmosphère. Cette inversion est quelquefois remplacée par une isothermie ; elle est souvent précédée d'un segement à gradient positif : les sondages ont en effet eu lieu à 0600 GMT, soit 0700 local ; le soleil est déjà suffisamment haut sur l'horizon pour que l'inversion nocturne commence à se « détruire » par le bas.

L'inversion nocturne est particulièrement marquée et forte en saison sèche (juillet) ; elle peut se manifester jusqu'à 800 mb soit à 1600 m au-dessus du sol, mais elle n'affecte généralement que 800 à 1000 m (850 mb). Le 29 juillet 1954 par exemple (*fig. 1*), la température de 850 mb était 5,4°C plus élevée qu'au sol : un gradient moyen du sol à 850 mb si fortement négatif est exceptionnel â Léopoldville.

En saison des pluies, l'inversion nocturne est beaucoup moins prononcée et se manifeste rarement jusqu'à 850 mb ; elle ne s'étend généralement que sur quelques centaines de mètres. Les sondages effectués à 0600 GMT peu avant, pendant ou après une pluie ne présentent pas d'inversion, mais le gradient reste tout de même faible dans les basses couches.

3.2. — Au-dessus de 850 mb et jusque vers 450 mb, quelques fois 350 mb, les courbes de températures présentent généralement une

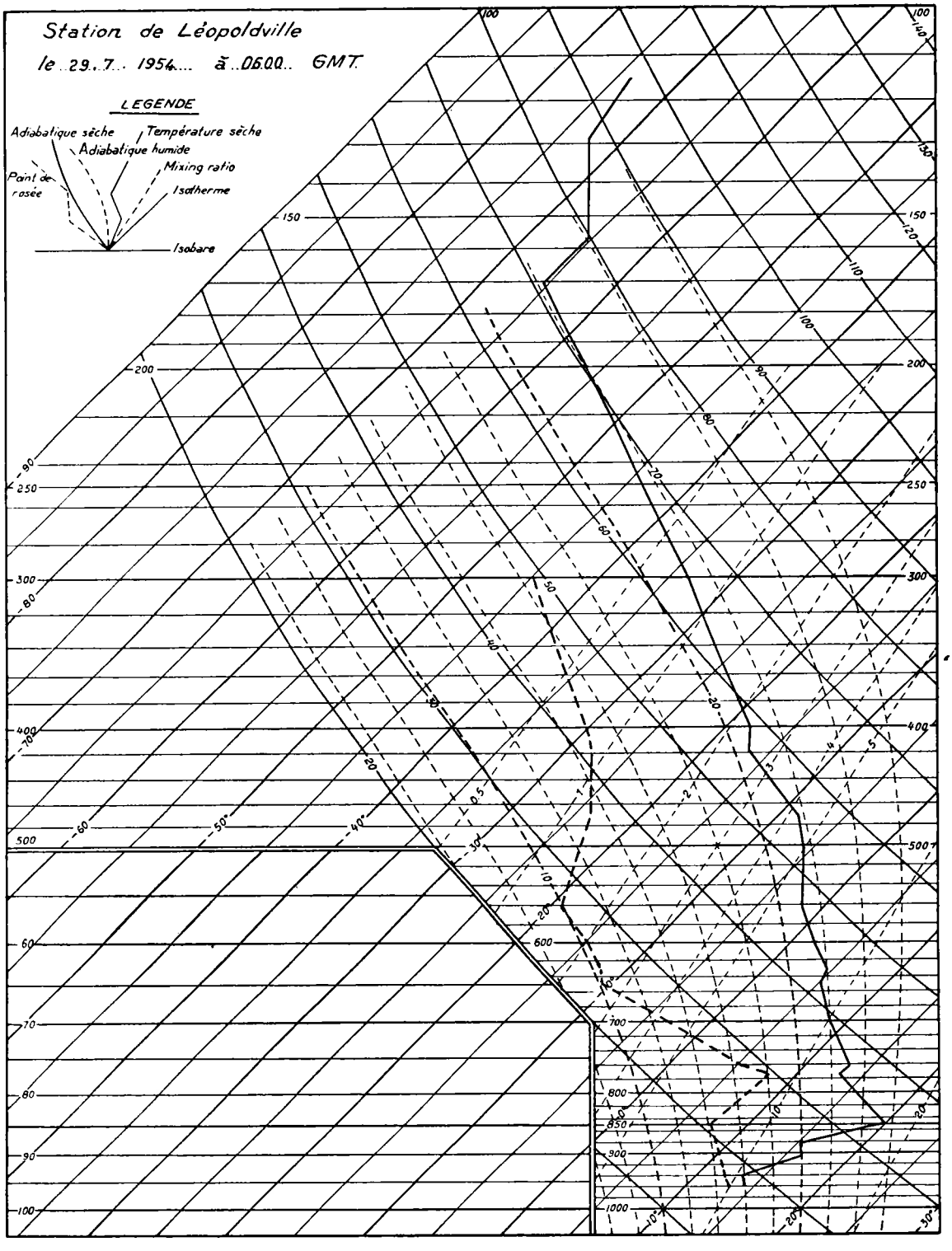

FIG. 1. — Sondage du 29.7.1954 à 0600 GMT montrant l'inversion nocturne dans les basses en saison sèche.

succession de segments à gradients divers, souvent nuls et quelquefois négatifs : véritable « structure feuilletée » de l'atmosphère dans les régions intertropicales, signalée par des météorologistes navigants. Isothermies et invasions se rencontrent généralement au niveau des couches nuageuses, mais elles existent également par absence totale de nuages moyens, en saison sèche, lorsque l'humidité relative est très faible (*fig. 2*) ; elles sont séparées par des couches à gradients variables, quelques fois adiabatiques, très rarement superadiabatiques (au voisinage de cumulonimbus).

Cette « structure feuilletée » ne disparaît totalement qu'au cours d'une pluie : les gouttes d'eau ou les particules glacées, par leurs échanges de chaleur avec l'atmosphère lors de leur formation et de leur évaporation (ou sublimation) partielle au cours de la chute, tendent fortement à uniformiser la répartition thermique verticale. Le 18 novembre 1954 par exemple, le sondage a été réalisé pendant la pluie (*fig. 3*). A part un résidu d'inversion nocturne vers 900 mb, la courbe de température est presque uniforme et suit pratiquement une adiabatique humide. Peu après la pluie, l'atmosphère reprend sa structure feuilletée : le 28 janvier 1955, il y eut un orage à 0400 GMT, et, au moment du lancer, à 0608 GMT, il y avait 4/8 St. Sc. Cu, 2/8 Ac, 2/8 Ci, et pluie au nord. Jusqu'à 700 mb, il y a saturation, et jusqu'à 300 mb, l'humidité relative reste très forte, au-dessus de 70 % et plus ; on observe déjà la formation de deux paliers (650 mb, 550 mb) et un 3e s'ébauche vers 500 mb (*fig. 4*).

Cette structure stratifiée subsiste jusqu'au moment de la pluie. Le 8 janvier 1954, il y avait 6/8 Cb à 0604 GMT lors du lancer, et la pluie a commencé à 0630. La courbe de température montre des paliers, en particulier une isothermie à 2,7°C (*fig. 5*).

3.3. — Au voisinage de l'isotherme 0°C, il existe généralement une variation brusque du gradient qui est souvent nul et quelques fois négatif. Lorsqu'il y a inversion, cela peut conduire à 3 isothermes 0°C qui peuvent avoir jusqu'à 700 m de différence d'altitude (*fig. 6*).

3.4. — De 350 mb à 150 mb, la courbe de température suit à peu près invariablement l'adiabatique humide. Les variations brusques de gradient sont plutôt rares, mais existent et peuvent conduire à des

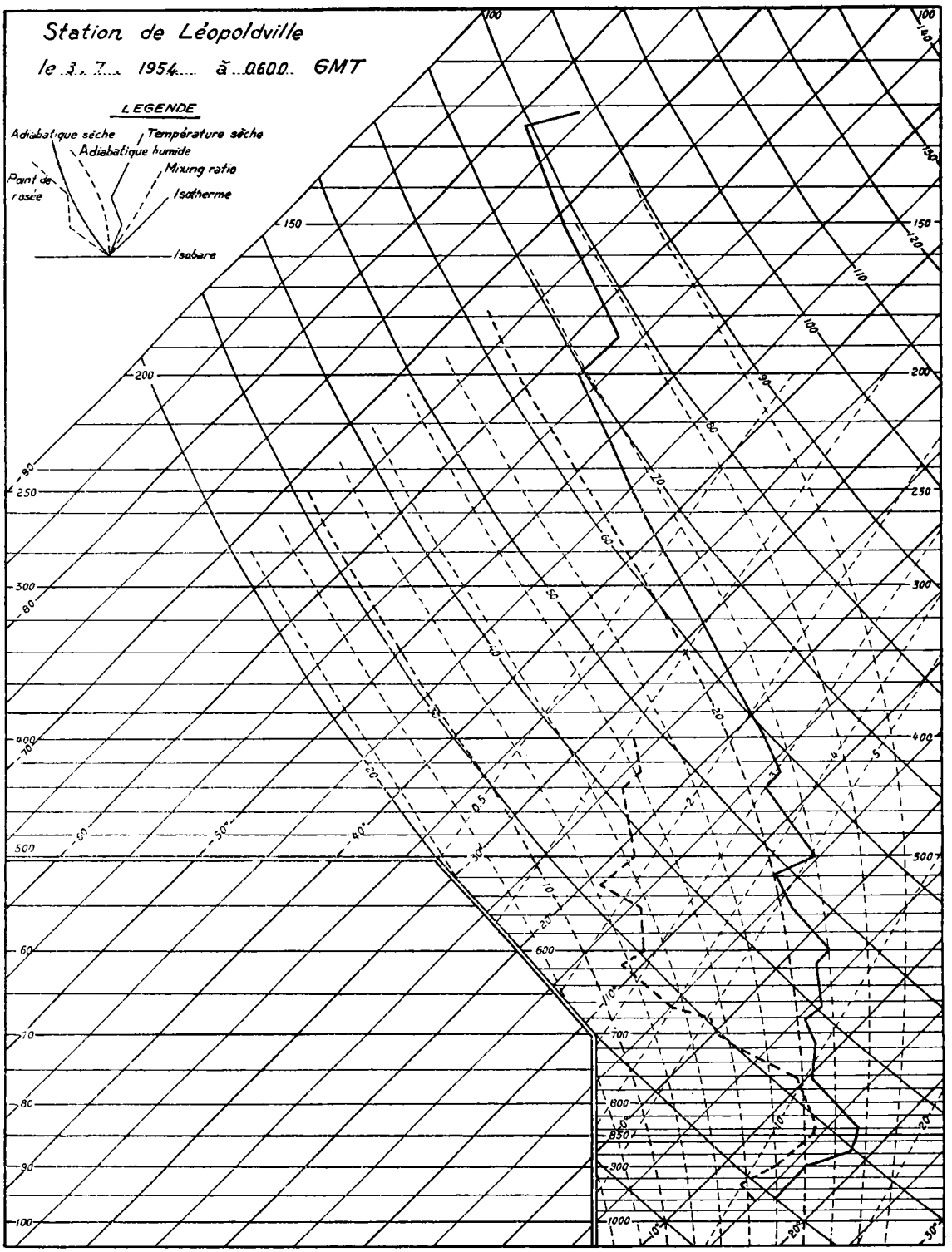

FIG. 2. — Sondage du 3.7.1954 à 0600 GMT.

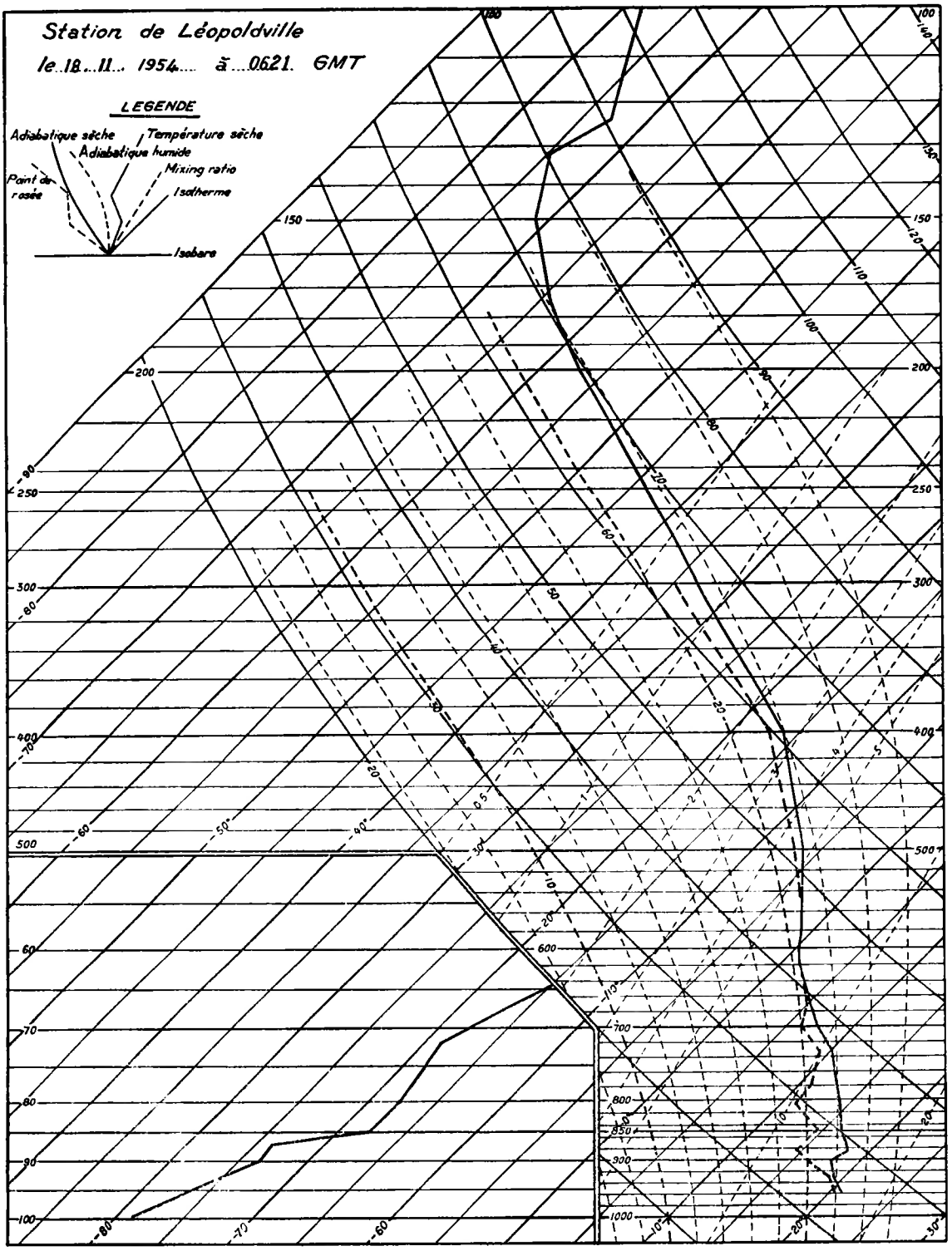

FIG. 3. — Sondage du 18.11.1954 à 0621 GMT réalisé pendant la pluie.

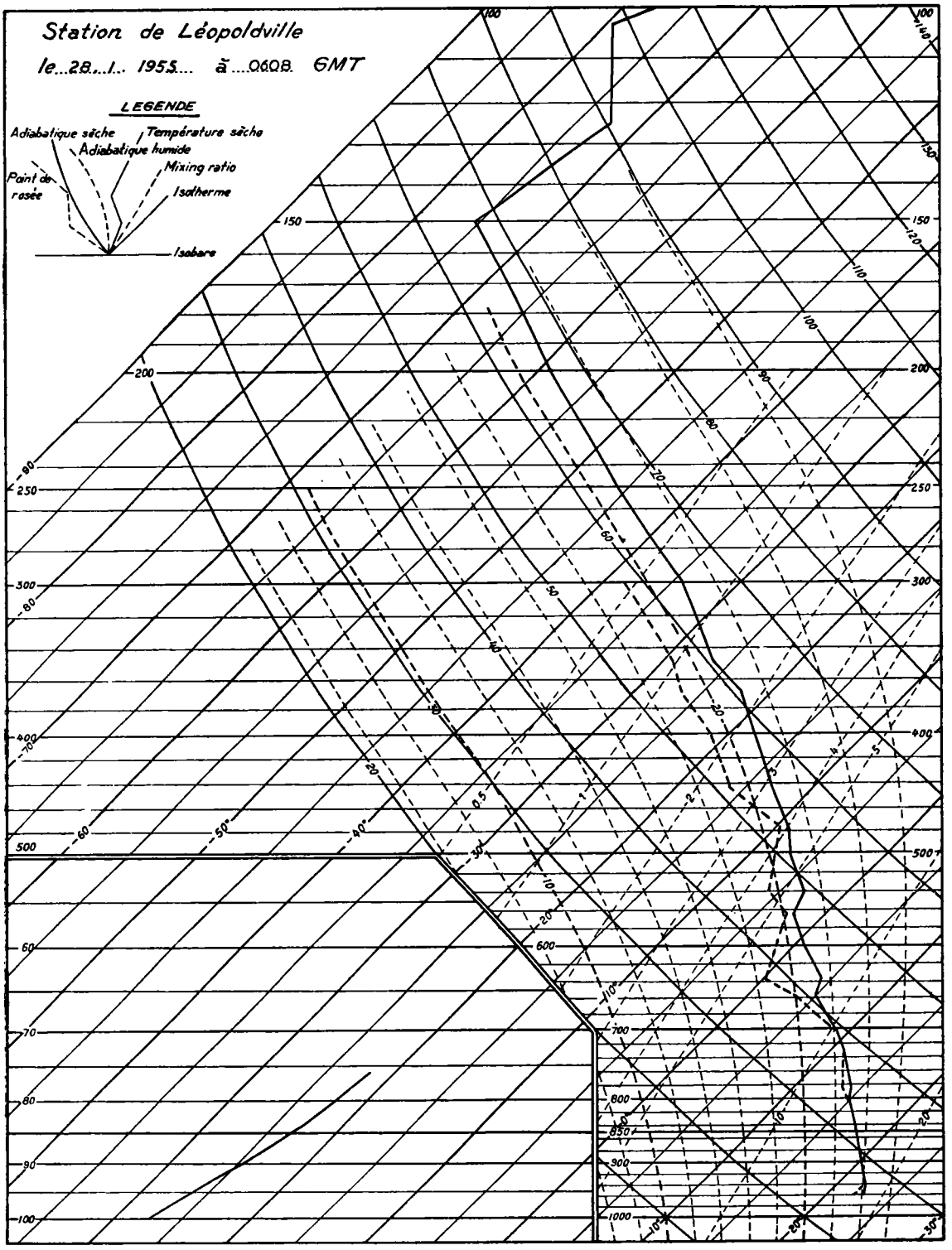

FIG. 4. — Sondage du 28.1.1955 à 0608 GMT peu après la pluie.

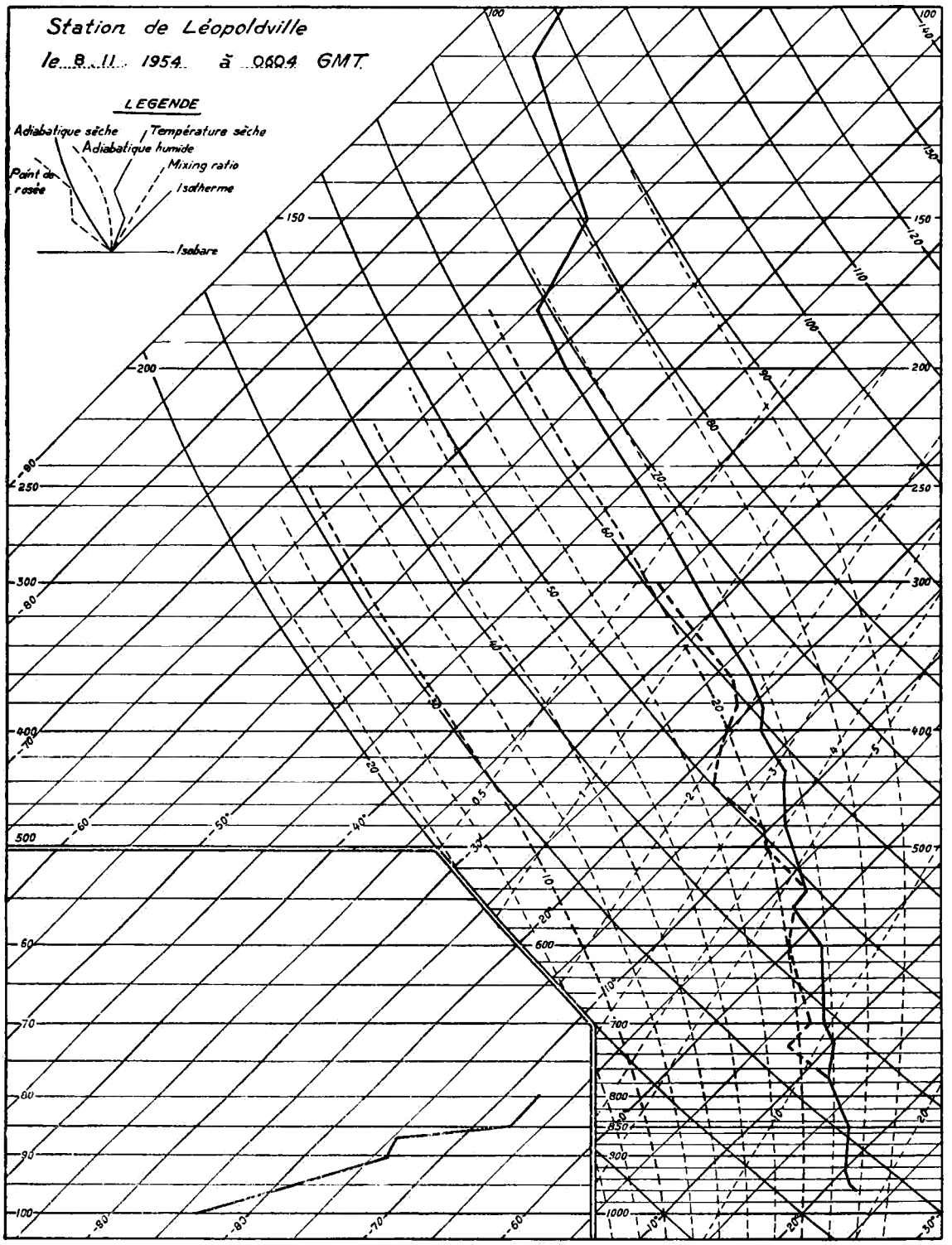

FIG. 5. — Sondage du 8.11.1954 à 0604 GMT peu avant la pluie.

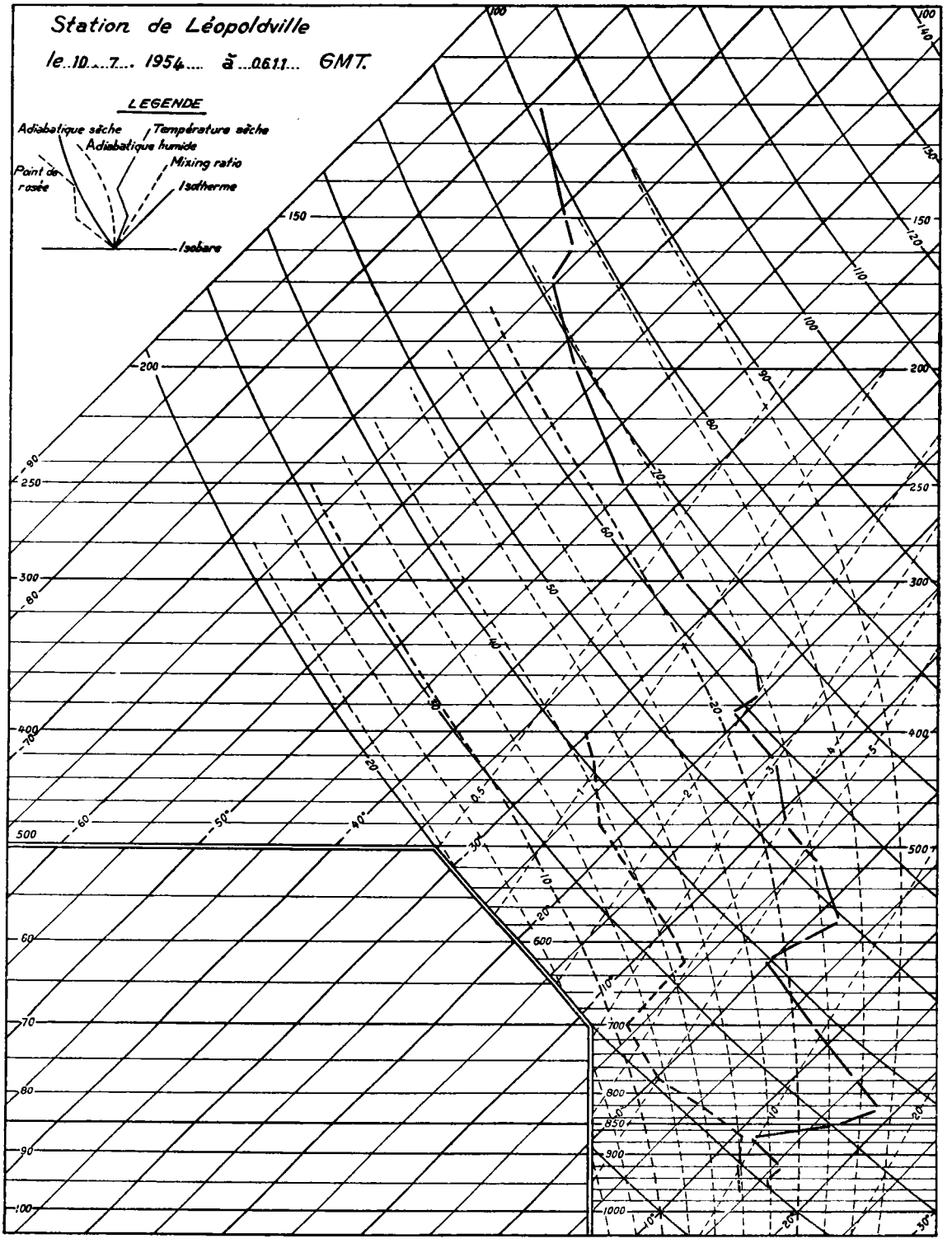

FIG. 6. — Sondage du 10.7.1954 à 0611 GMT, montrant une inversion sur 700 m au voisinage de l'isotherme 0°C.

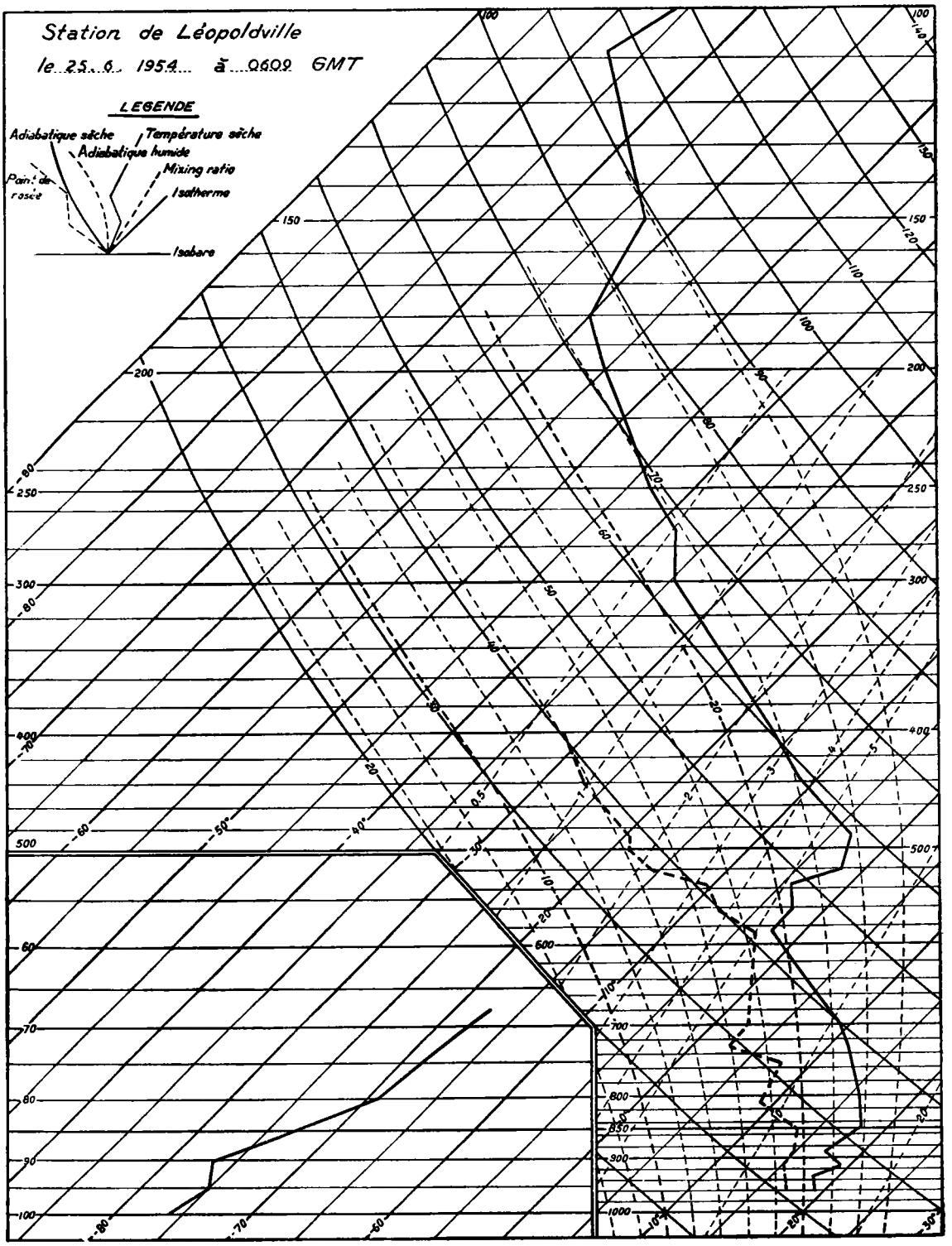

FIG. 6bis. — Sondage du 25.6.1954 à 0609 GMT.

isothermies, voire même à des inversions. La structure feuilletée dont nous parlons plus haut peut donc aussi se présenter au-dessus de la zone des nuages moyens, même en l'absence de cirrus. Il n'est pas sans intérêt de citer ici un exemple particulièrement frappant, celui du 2 juillet 1954 à 0615 GMT (*fig. 7*). Le sondage donne en effet — 49,7° à 223 mb, — 51,2° à 193 mb et — 48,4° à 181 mb ; à partir de là, le gradient est normal. Cette variation particulière de température commence déjà à se manifester le 24 juin ; elle s'accentue chaque jour pour passer par un maximum le 2 juillet. A la fin de juillet, le même phénomène est observé : une isothermie importante et persistant plusieurs jours entre 200 et 150 mb (*fig. 1*). Quelle est la cause de ce changement de gradient à ce niveau ? Serait-ce une manifestation lointaine de la tropopause polaire ?

3.5. — Au-dessus de 150 mb, le gradient tend plutôt à diminuer jusqu'à la tropopause qui se situe entre 120 et 100 mb selon la saison ; il devient alors brusquement négatif ou nul, de sorte que la tropopause peut être située au point de température minimum sans beaucoup déroger à la définition proposée par l'O.M.M. dans la Résolution 42 (EC-IV). L'étude de la tropopause fera l'objet du chapitre 7.

3.6. — Ce qui vient d'être dit sur l'aspect général des sondages serait incomplet sans quelques considérations sur l'humidité relative en altitude.

3.6.1. — Avant tout, il n'est pas inutile de donner ici quelques détails d'ordre instrumental. La sonde H_{48} est équipée d'un hygromètre à cheveux Velox traités spécialement par la méthode FRANKENBERGER [9], [10]. Ce type d'hygromètre est également un facteur important qui a pesé dans la balance lors du choix de la sonde allemande. Nous pensons en effet que l'hygromètre à cheveu est préférable à celui à peau de batteur d'or, dans les régions intertropicales où l'humidité relative est généralement élevée et concentrée dans les basses couches de l'atmosphère, et où les nuages ont probablement de très fortes teneurs en eau liquide : la peau de batteur d'or semble conserver moins bien ses valeurs d'étalonnage, alors que le cheveu laminé Velox conserve remarquablement bien

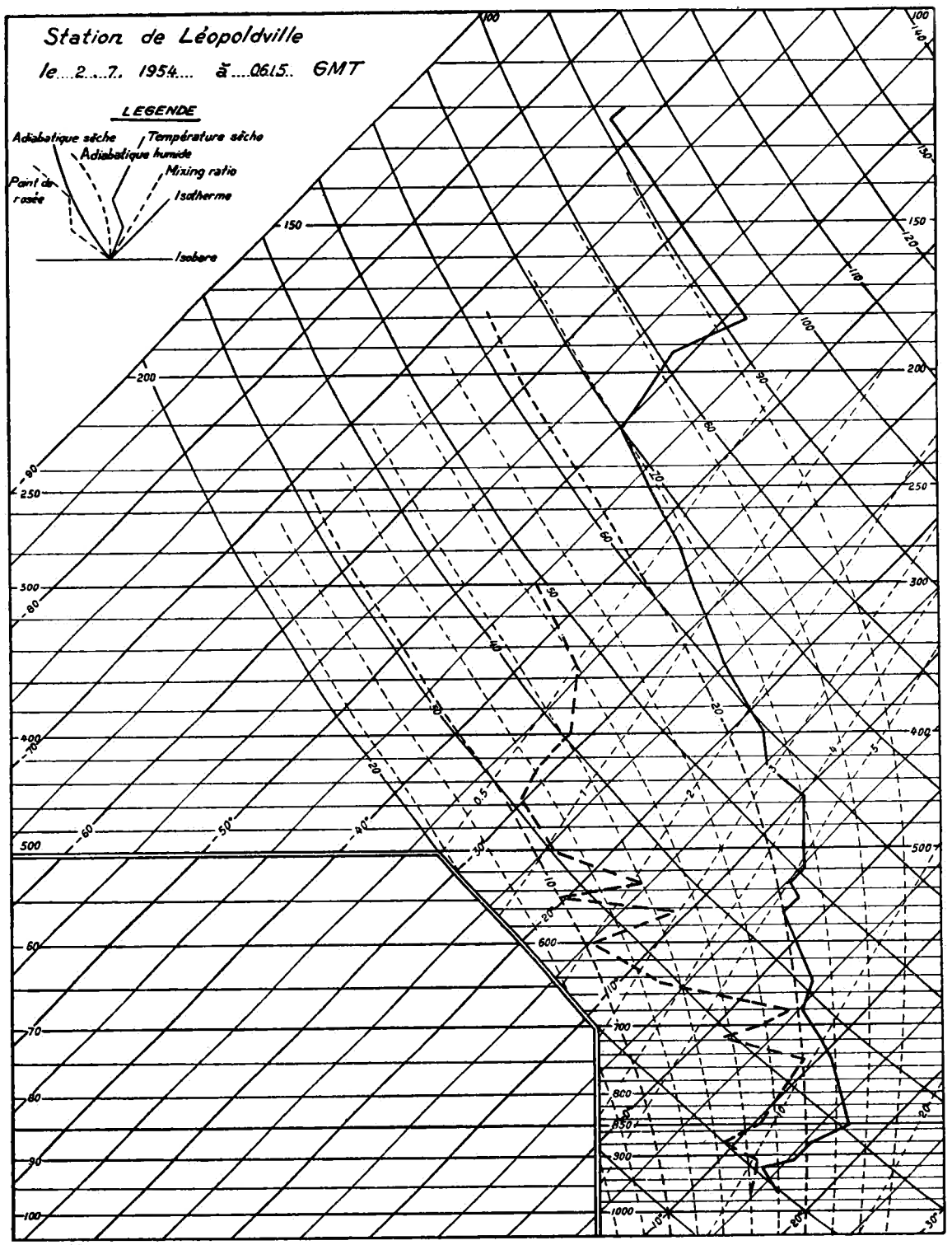

FIG. 7. — Sondage du 2.7.1954 à 0615 GMT montrant une variation particulière et exceptionnelle de température vers 200 mb.

ses qualités, dans les couches basses en tout cas. Aux très basses températures, au contraire, il semble que la peau de batteur d'or donne de meilleurs résultats que le cheveu, mais il s'agit ici des régions où l'humidité absolue est extrêmement faible.

3.6.2. — Les sondages d'humidité n'ont été considérés que jusqu'à 300 mb, systématiquement. Voici pour quelle raison : au-dessus de 300 mb, et quelques fois dès 400 mb, la sonde donne régulièrement une humidité constante, faible si elle est faible aux environs de 300 mb, forte si elle est forte à 300 mb. En saison sèche, lorsque l'humidité relative est faible, inférieure à 40 % dès 800 mb déjà, la sonde donne une valeur constante dès 450 mb, voire même dès 500 mb. Nous en avons conclu que les conditions atmosphériques avaient faussé l'hygromètre et que les valeurs indiquées devenaient trop sujettes à caution pour pouvoir être prises en considération. Ce point mériterait une étude particulière, car les renseignements sur l'humidité relative au-dessus de 300 mb ne seraient pas sans intérêt : en effet, le 17 septembre 1954 à 1945 GMT, M. SCHUËPP du Bureau de Rayonnement du service (à Léopoldville) signalait un système de halos remarquables. A l'intérieur d'un halo de 23°, qui était d'une intensité rare, fortement coloré et entier, se trouvait un petit halo de 11° dont M. SCHUËPP a mesuré le diamètre apparent à 1/2° près. Dans le centre de ce deuxième halo, la luminosité du ciel était tellement forte que les lunettes noires n'empêchaient pas d'être ébloui. Le halo de 45° était visible, mais de faible intensité par moments. Or, d'après M. GOETZ, le seul cas où le halo de 11° peut se former, est celui où des cristaux de glace naissent spontanément à — 72°C, prenant alors le système cubique au lieu du système hexagonal. Cela suppose donc une forte humidité relative à haute altitude : ce jour-là, les températures de — 72 à — 77°C se situaient entre 15 et 16 km, puis dans le tropopause entre 19 et 20 km. Or ce jour, le radiosondage donnait (à en croire la sonde) une humidité relative constante, de 70 % dès 350 mb et jusqu'à la fin du sondage.

Nous avons fait une fois un sondage couplé de deux sondes H_{48} : les deux hygromètres ont donné des courbes d'humidité relative très rapprochées l'une de l'autre, s'écartant de un à deux pour cent, au maximum 5 %. Cela nous permet d'accorder un assez grand crédit à

nos mesures. La *fig. 8 a* montre les humidités relatives en fonction du temps mesurées lors du sondage couplé du 28 octobre 1954 à 1003 GMT. Nous donnons également à titre documentaire les deux courbes de

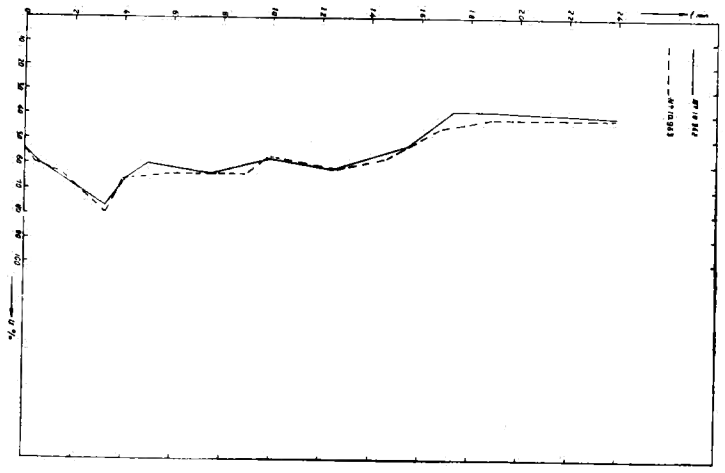

FIG. 8. — *a)* Sondage couplé de deux sondes H48 du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation graphique de l'humidité en fonction du temps.

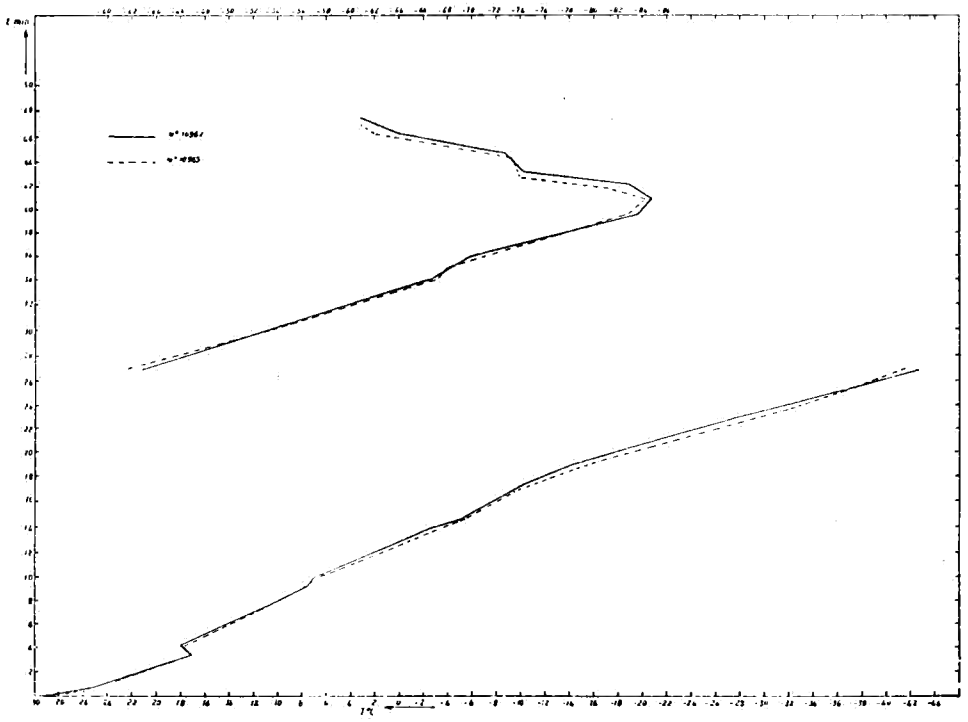

FIG. 8. — *b)* Sondage couplé de deux sondes H48 du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation graphique de la température en fonction du temps.

température en fonction du temps (*fig. 8 b*) et celles de pression également en fonction du temps (*fig. 8 c*), ainsi que les T et Td en fonction de la pression (*fig. 8 d*). La *fig. 8 c* montre que les anéroïdes sont moins fidèles aux basses pressions, dès 150 mb. Le tableau ci-dessous donne les altitudes des niveaux standards déterminées graphiquement à l'aide des données des deux sondes accouplées au même ballon.

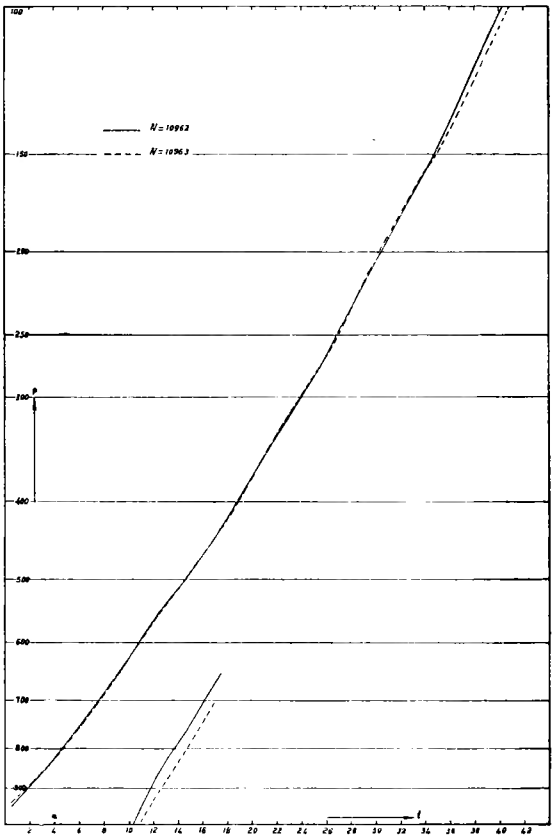

FIG. 8. — *c)* Sondage couplé de deux sondes H48 du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation graphique de la pression en fonction du temps.

La différence maximum est de 2‰. La sonde n° 10963 était 40 m au-dessus de l'autre et devait donc normalement passer avec 6 s. d'avance au même niveau.

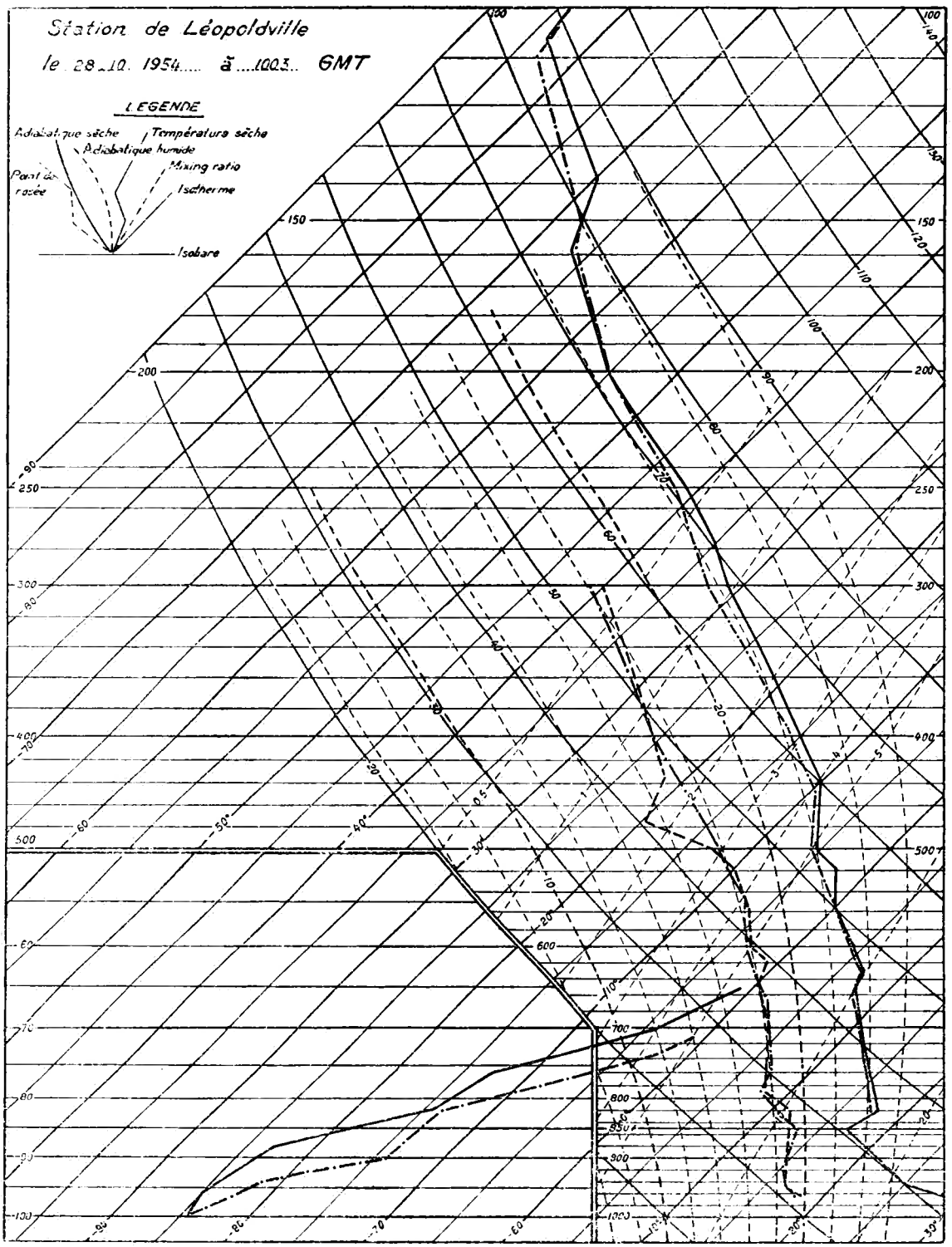

Fig. 8 : d) Sondage coupé du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation des T et des Td

Sonde N° 10962			Sonde N° 10963	
t (min)	H	P	t (min)	H
3,3	1 525	850	3,3	1 526
7,6	3 172	700	7,7	3 173
10,9	4 445	600	10,9	4 445
14,6	5 904	500	14,6	5 903
18,8	7 628	400	18,9	7 625
24,0	9 738	300	23,9	9 728
26,9	11 006	250	27,0	10 990
30,5	12 480	200	30,4	12 462
34,7	14 259	150	35,0	14 239
40,3	16 604	100	40,9	16 569
41,9	17 183	90	42,7	17 160
43,7	17 845	80	44,7	17 842

3.6.3. — Les courbes d'humidité présentent généralement des variations brusques, parfois très nombreuses, coïncidant presque toujours avec des variations du gradient de température. Cela tend à montrer qu'il y a réellement dans nos régions une superposition de tranches troposphériques, souvent nombreuses, de faible épaisseur, variables en altitude et dans le temps, et non pas quelques masses d'air déterminées et bien définies par leurs constantes comme c'est le cas pour les régions tempérées (*fig.* 7). Ce fait milite en faveur de l'hypothèse d'une « structure feuilletée » de l'atmosphère équatoriale.

4. Moyennes mensuelles, moyenne annuelle, amplitude.

4.1. — Pour chaque sondage, T et U ont été pointés sur l'aérogramme de dépouillement comme indiqué au paragraphe 2.4 ; les Td ont été déduits des tables. Les moyennes des T et Td ont été calculées pour chaque mois pour chaque isobare considérée. Les résultats sont contenus dans le tableau 1. Les moyennes mensuelles sont représentées aux figures 9 à 20. L'examen de ces graphiques se passe de grands commentaires. Comme il fallait s'y attendre, les variations brusques de gradient de T et Td ont disparu dans le résultat du calcul des moyennes. Les variations importantes des températures mensuelles moyennes n'affectent que les couches basses et élevées de l'atmosphère.

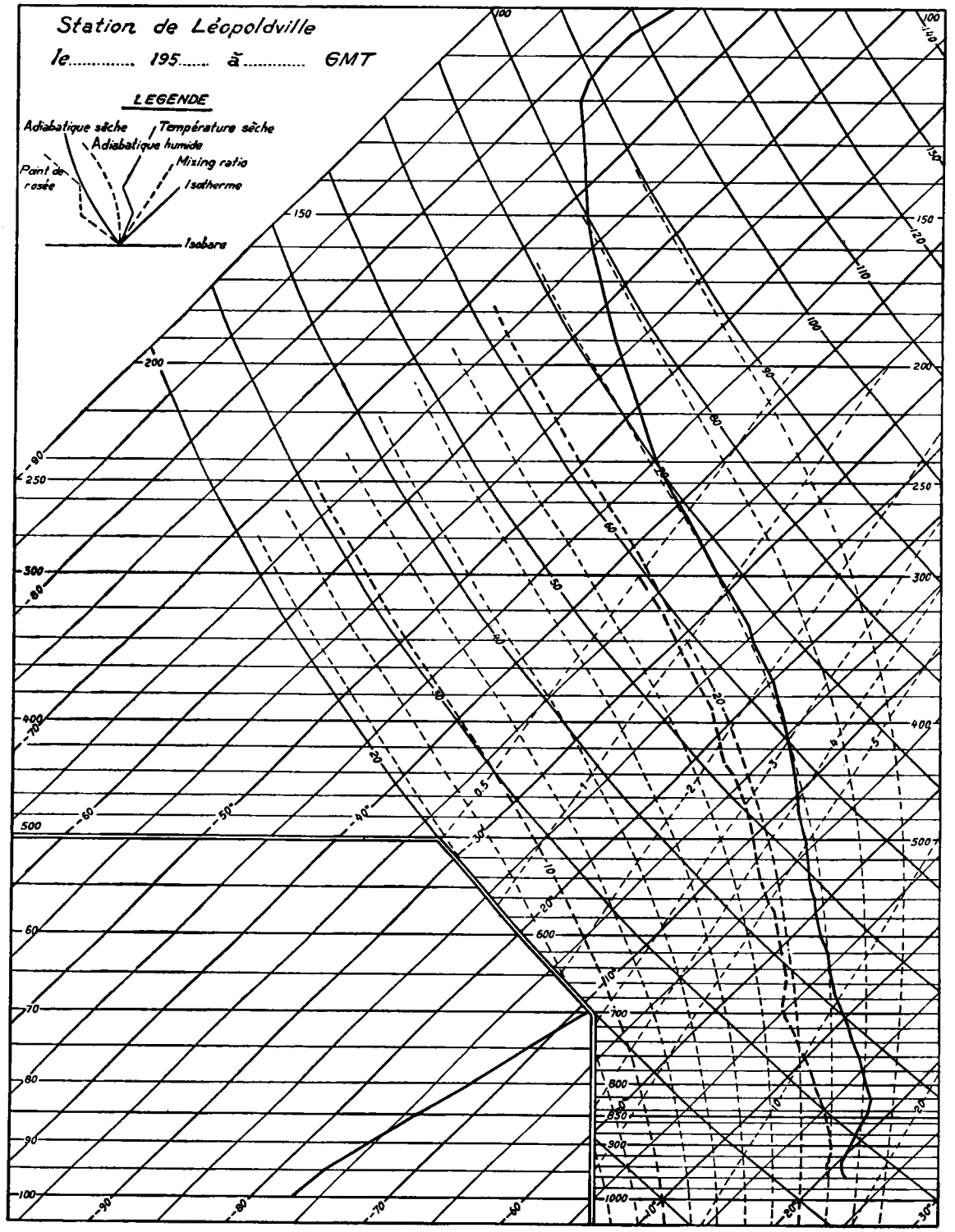

FIG. 9. — Moyennes mensuelles de T et Td du mois de mai 1954 à 0600 GMT.

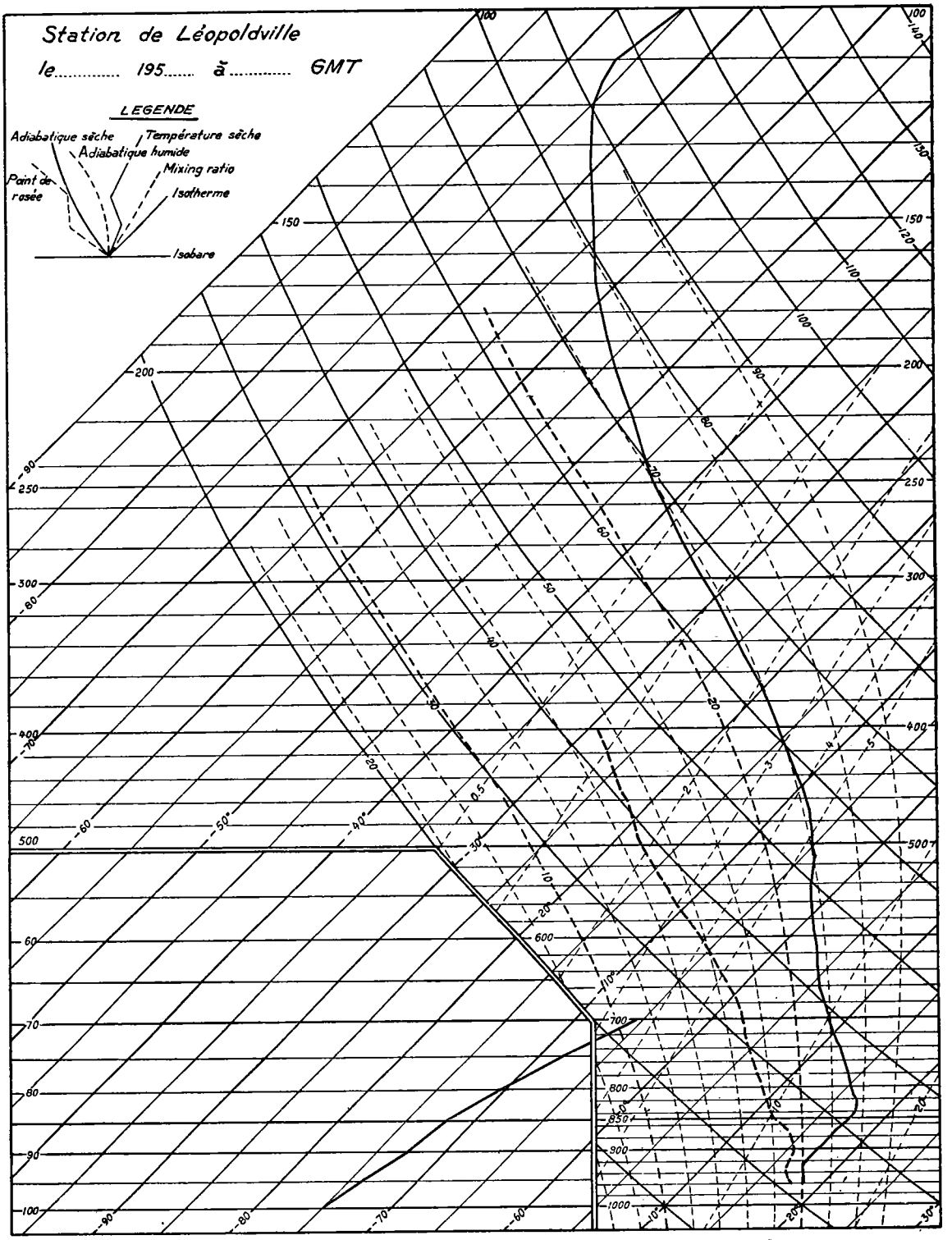

FIG. 10. — Moyennes mensuelles du mois de juin 1954 à 0600 GMT.

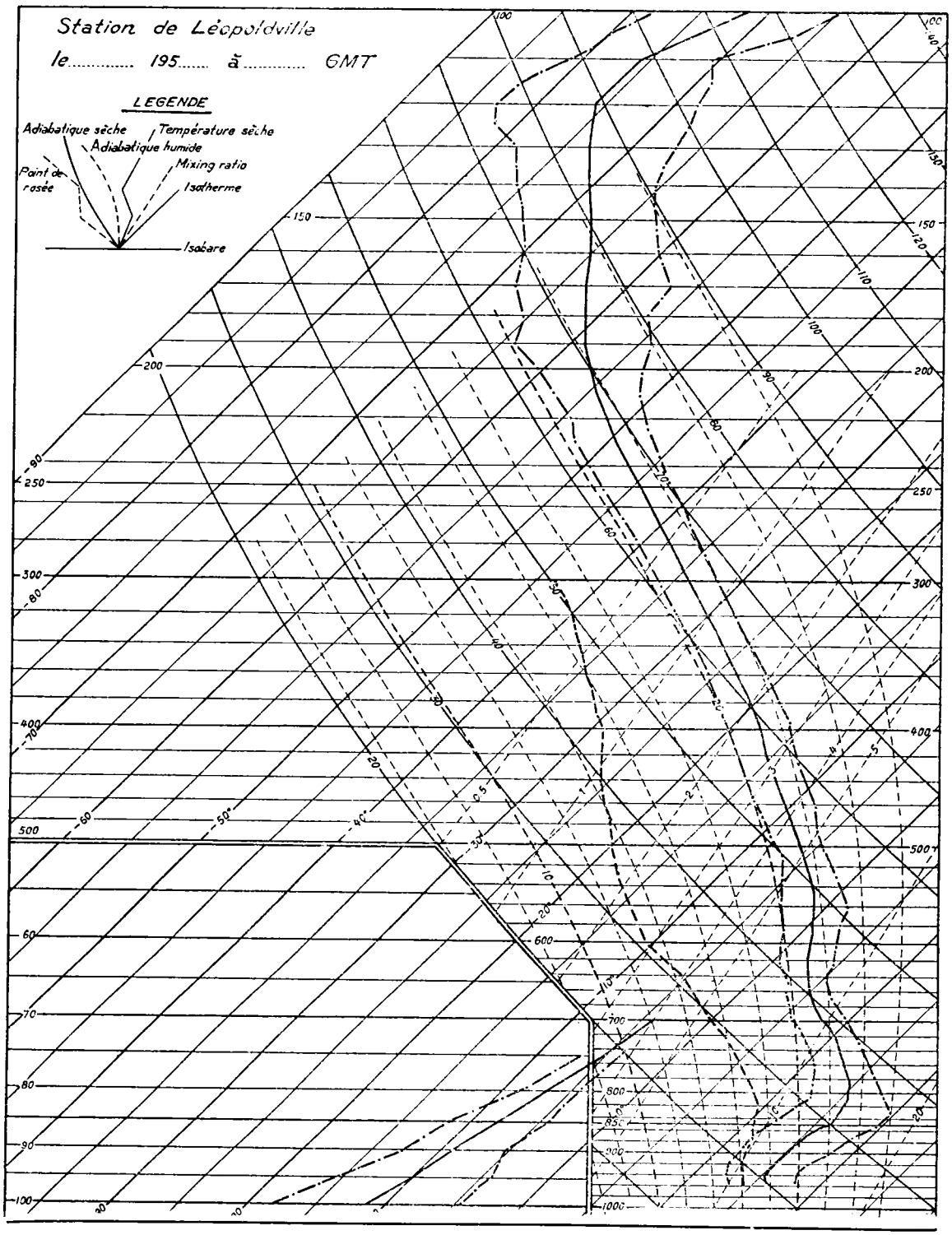

FIG. 11. — Moyennes mensuelles du mois de juillet 1954 à 0600 GMT. La courbe Tm est encadrée des courbes Tm + 26 et Tm — 26.

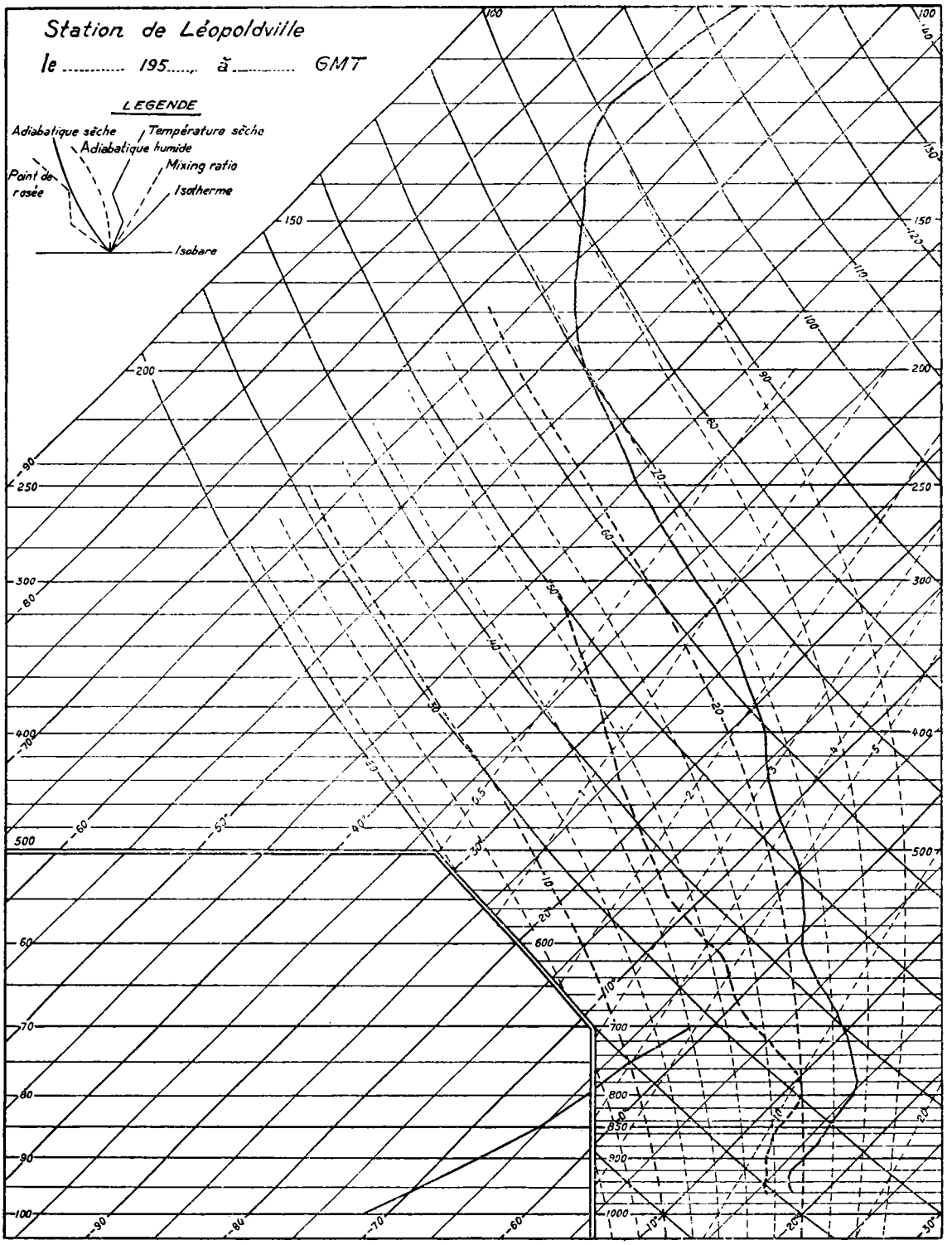

FIG. 12. — Moyennes mensuelles du mois d'août 1954 à 0600 GMT.

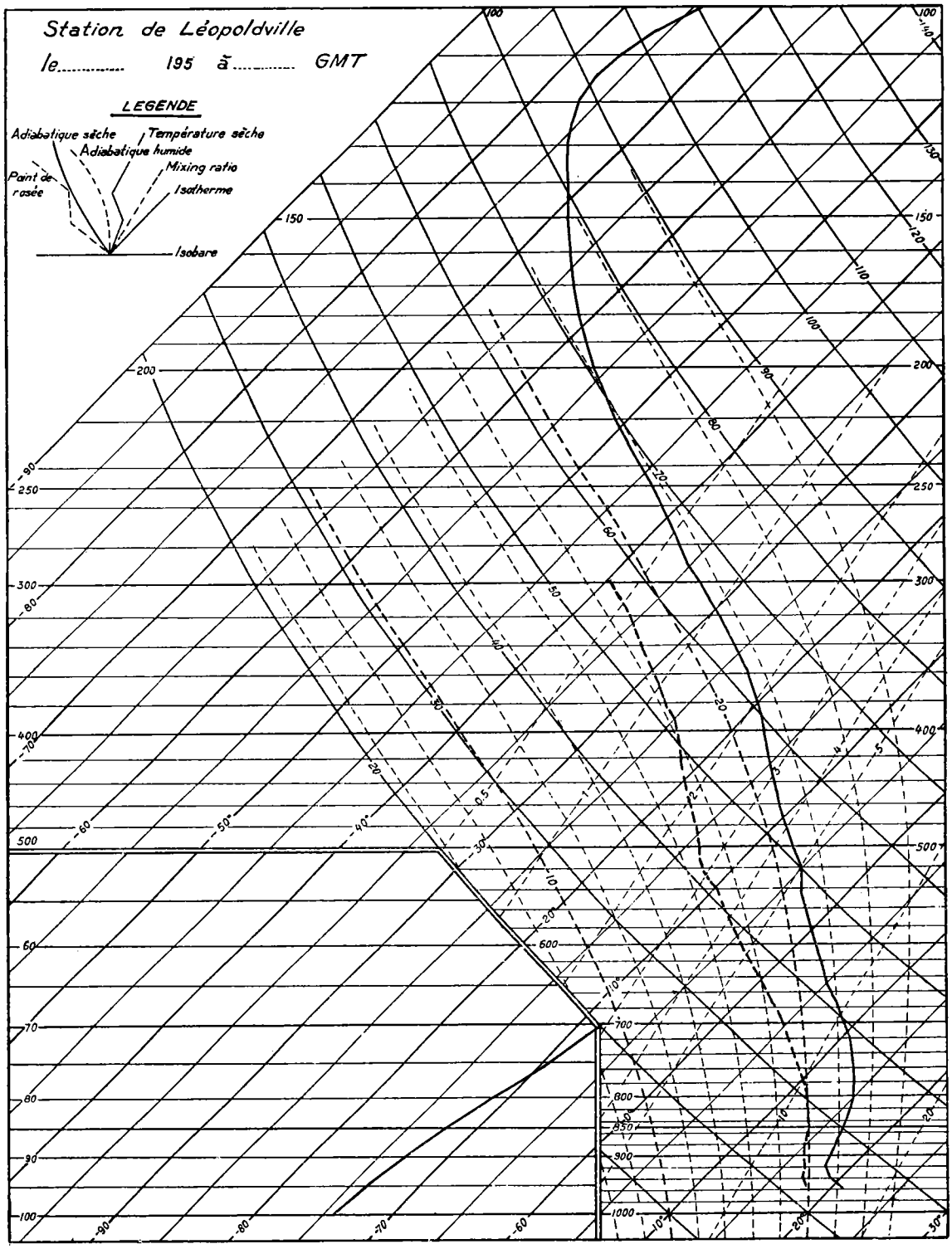

FIG. 13. — Moyennes mensuelles du mois de septembre 1954 à 0600 GMT.

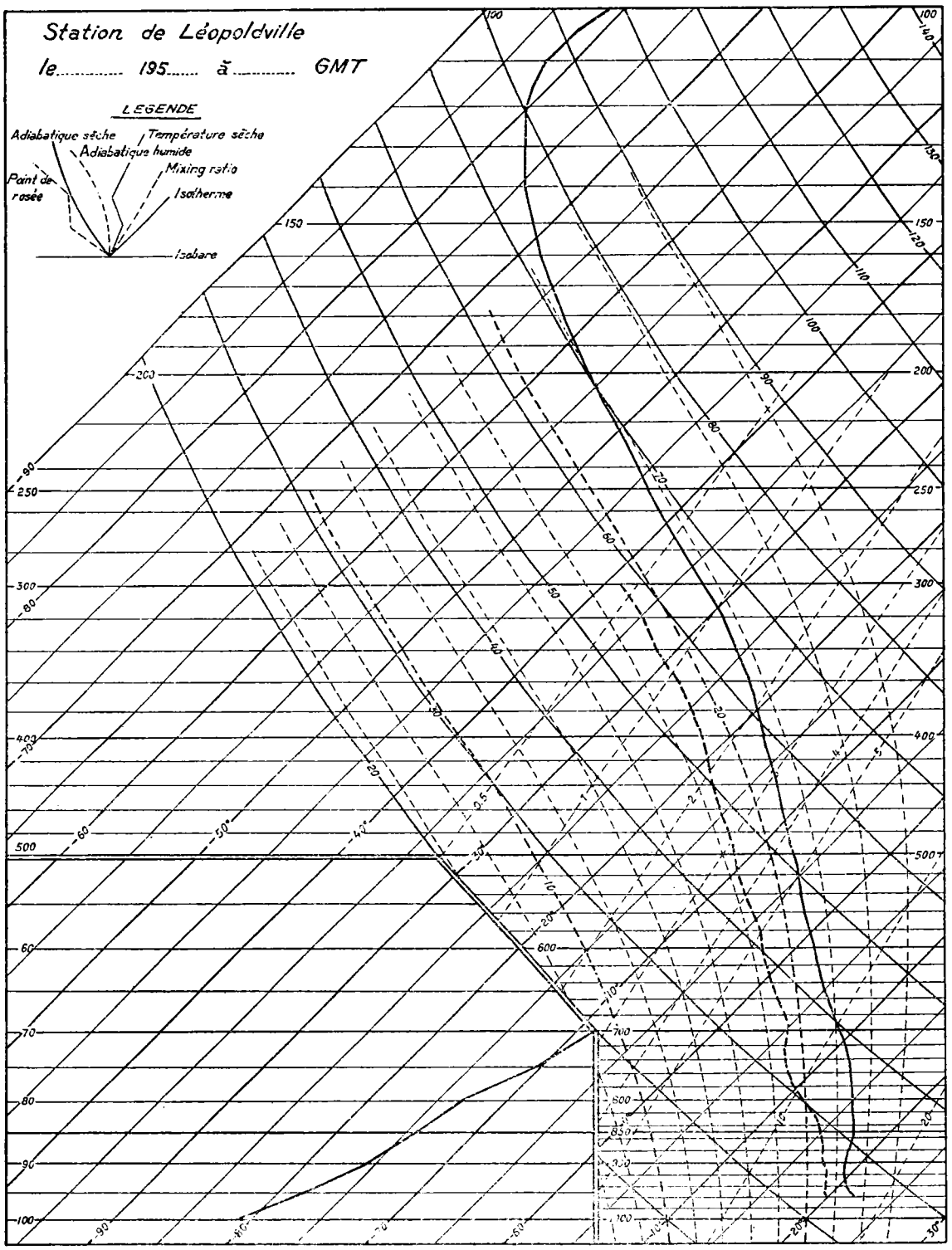

FIG. 14. — Moyennes mensuelles du mois d'octobre 1954 à 0600 GMT.

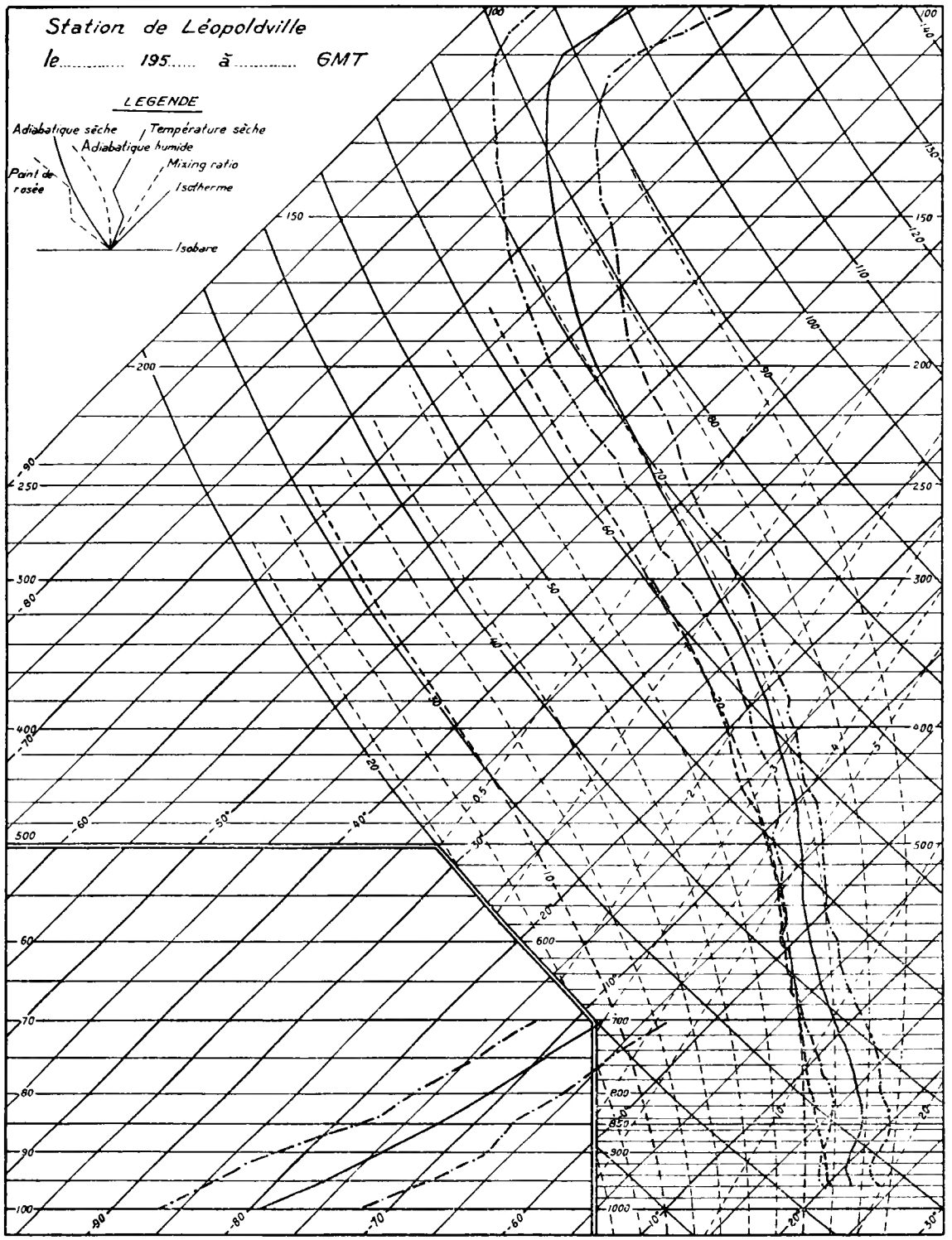

FIG. 15. — Moyennes mensuelles du mois de novembre 1954 à 0600 GMT. La courbe Tm est encadrée des deux courbes Tm + 26 et Tm — 26.

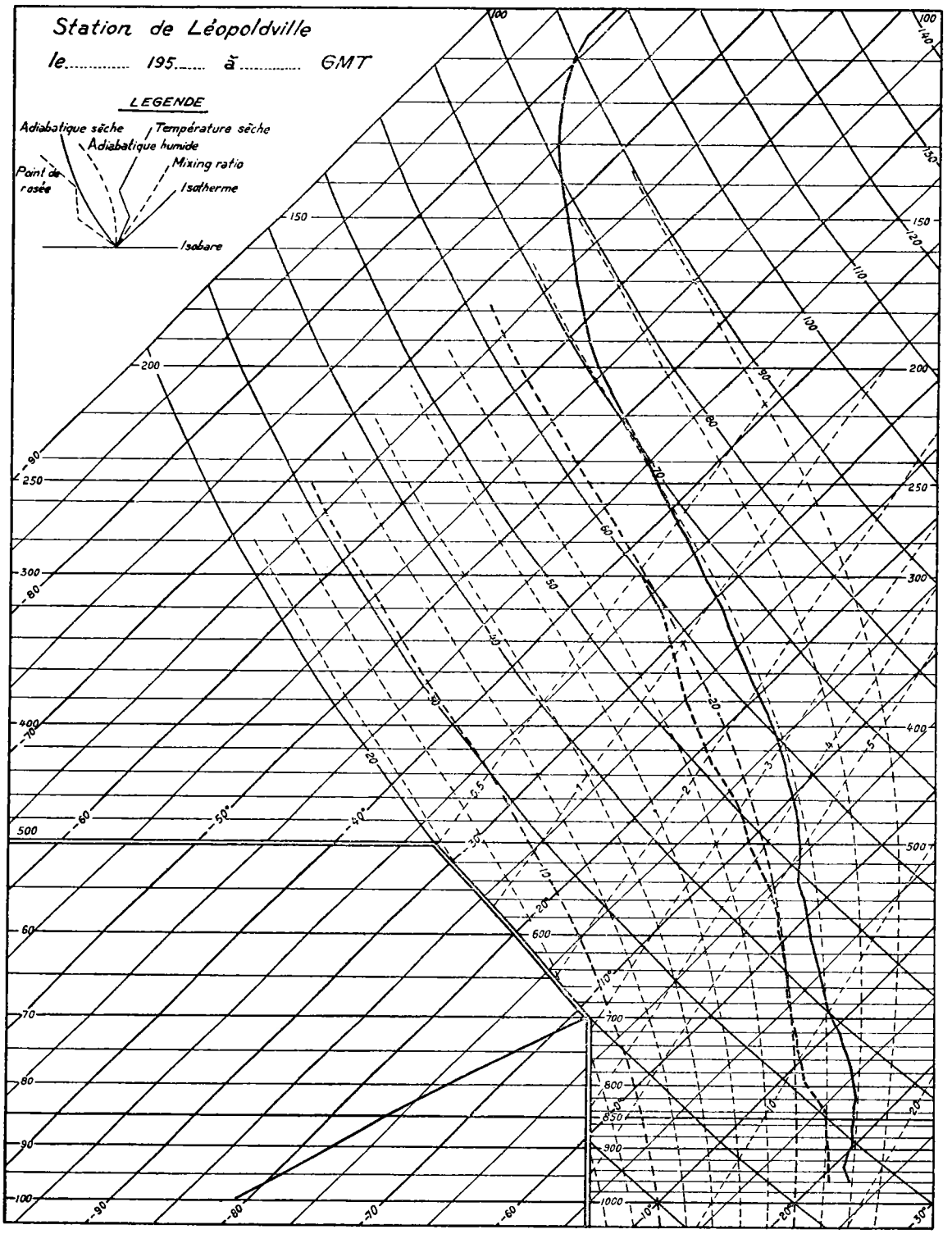

FIG. 16. — Moyennes mensuelles du mois de décembre 1954 à 0600 GMT.

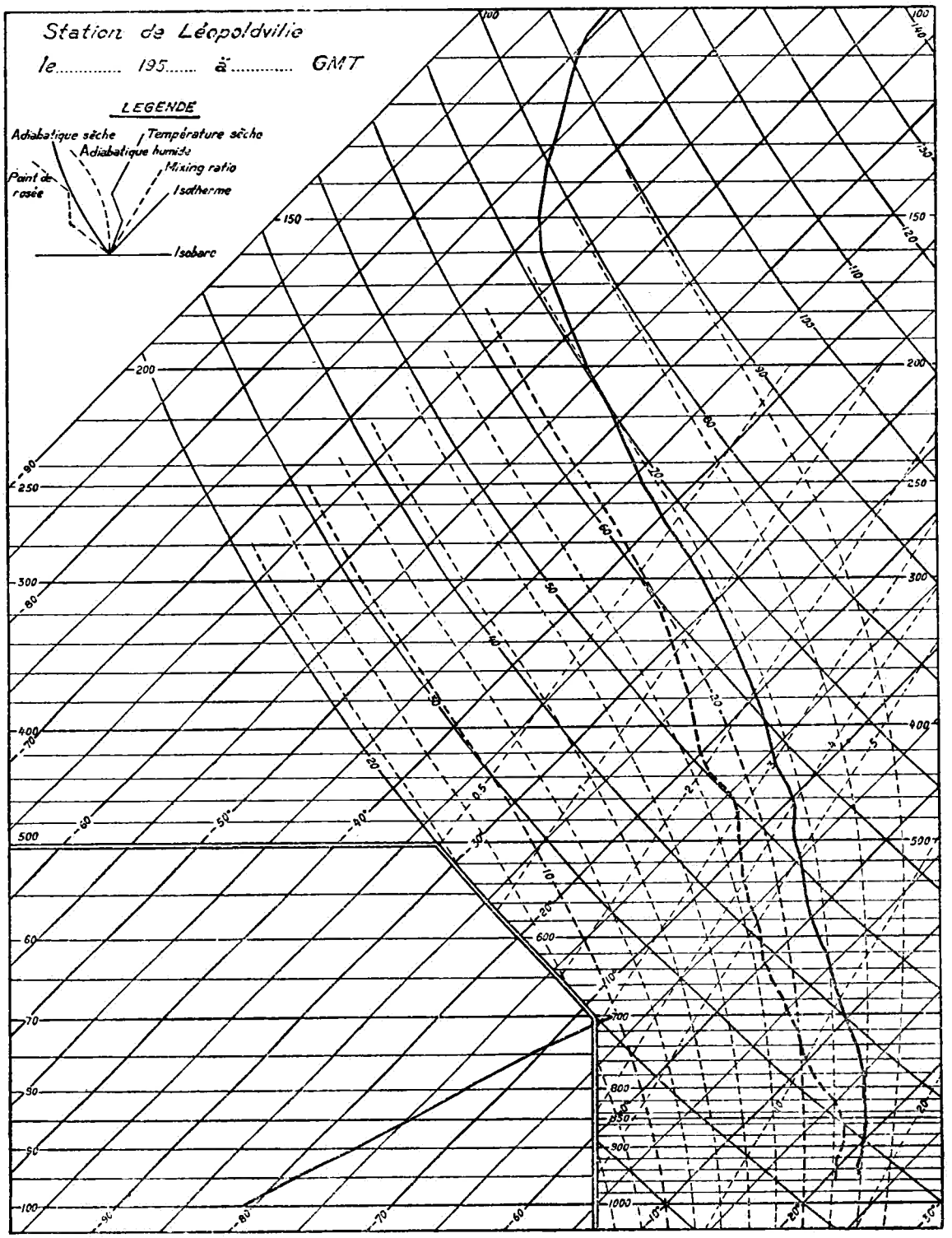

FIG 17. — Moyennes mensuelles du mois de janvier 1955 à 0600 GMT.

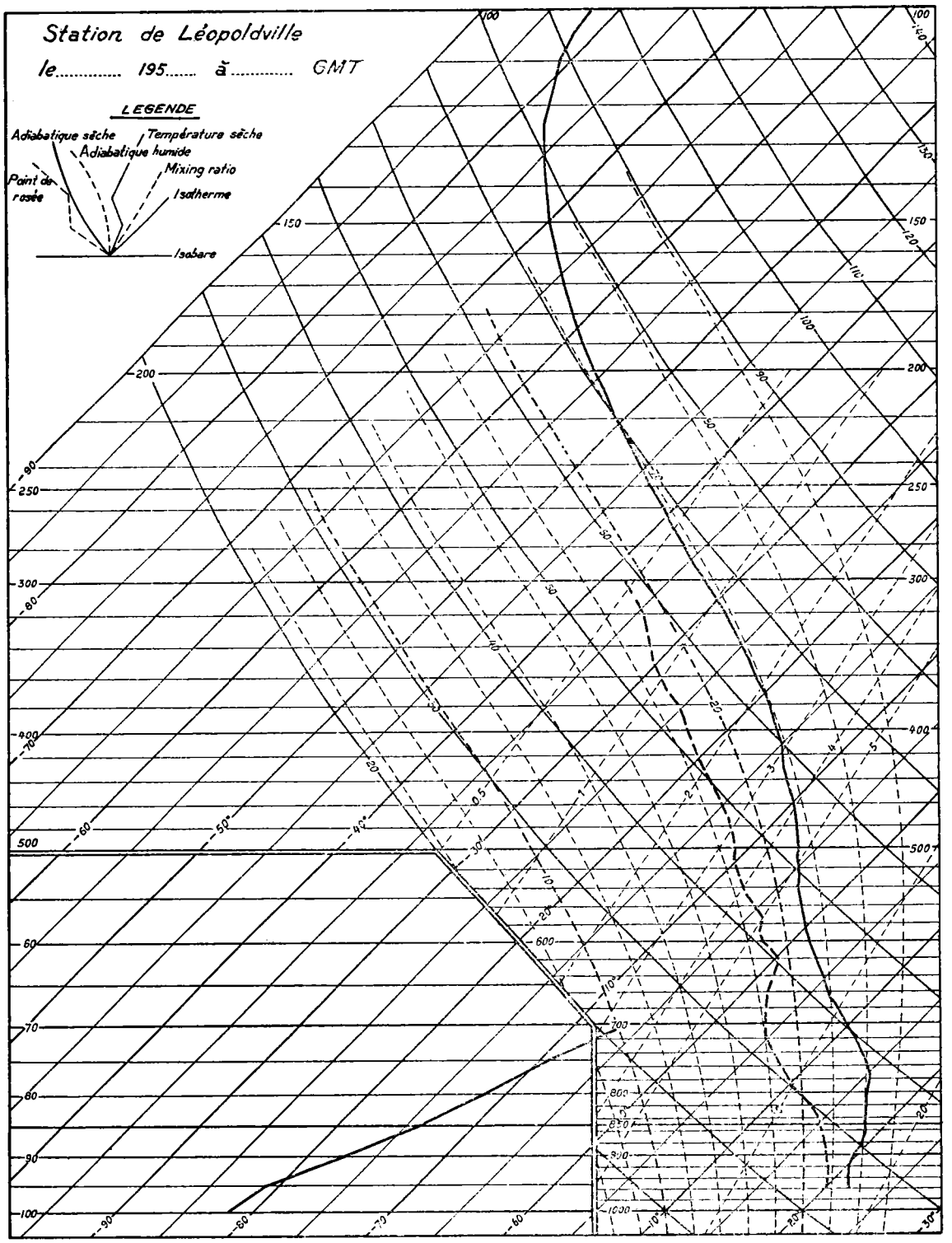

FIG. 18. — Moyennes mensuelles du mois de février 1955 à 0600 GMT.

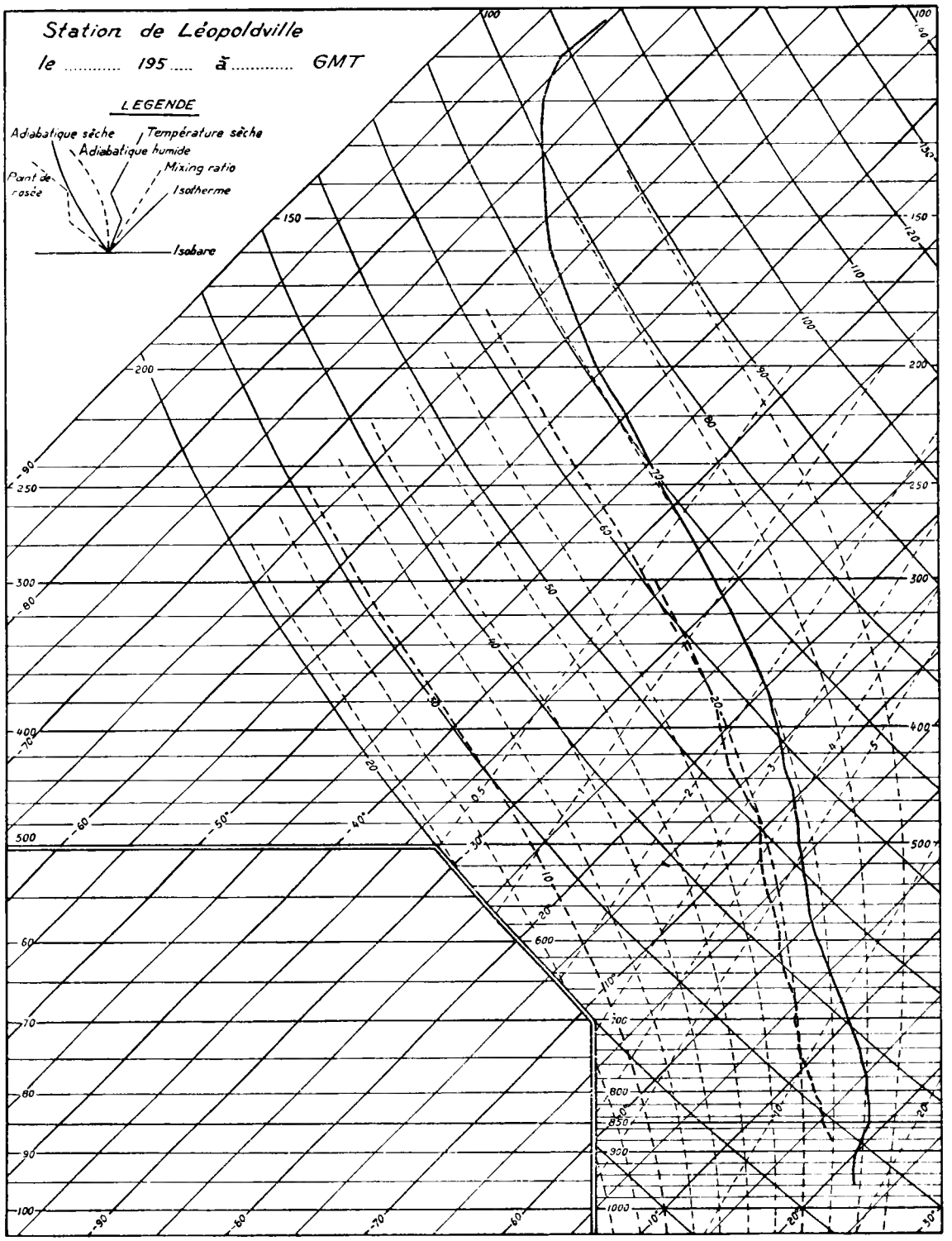

Fig. 19. — Moyennes mensuelles du mois de mars 1955 à 0600 GMT.

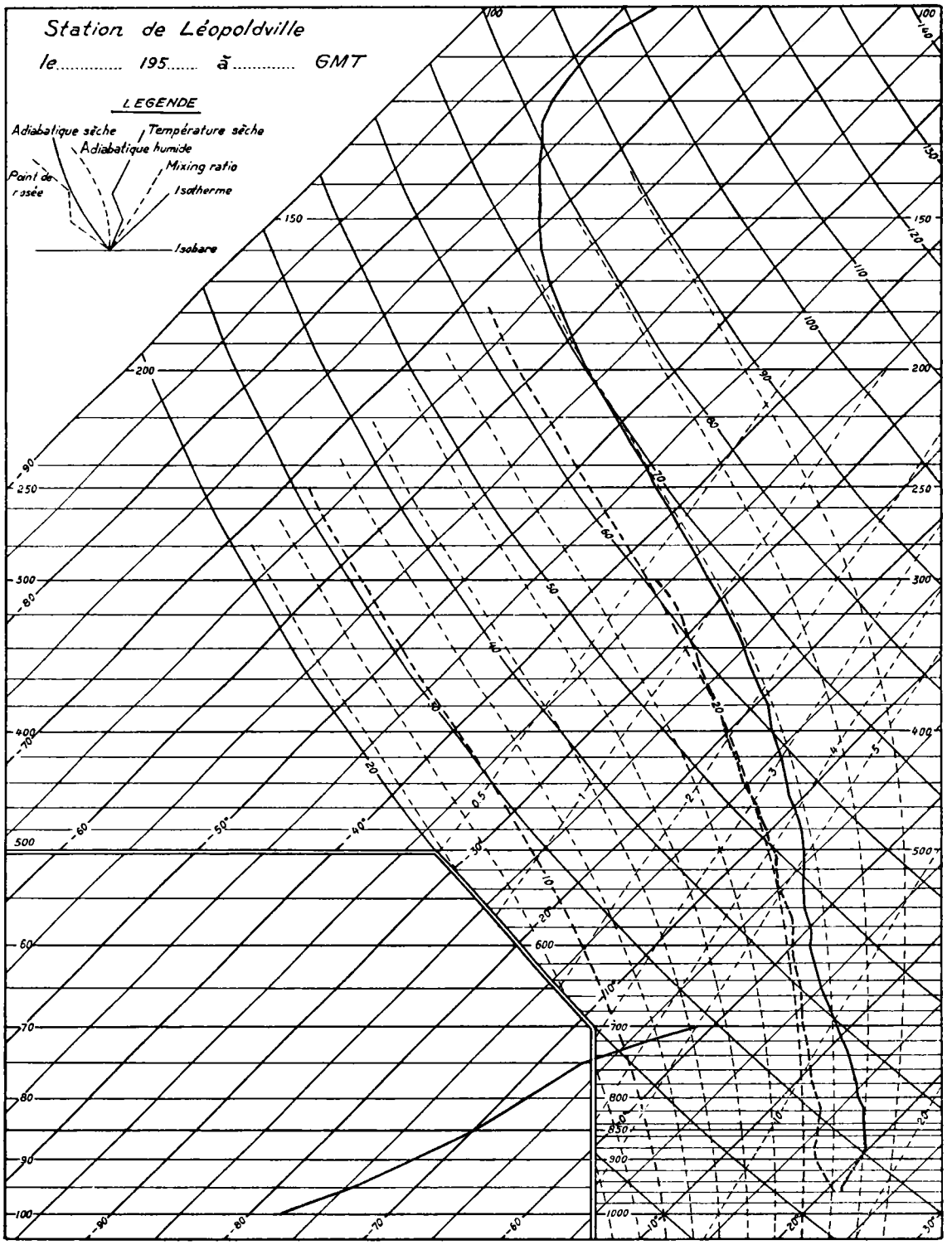

FIG. 20. — Moyennes mensuelles du mois d'avril 1955 à 0600 GMT.

4.2. — La moyenne annuelle des T et Td a été déterminée pour chaque isobare : tableau 1, *fig. 21*. Aux mois de juin et juillet l'humidité n'a généralement été prises en considération que jusqu'à 400 mb pour les raisons mentionnées au paragraphe 3.6.2. Il en résulte un palier dans la représentation graphique de la courbe Td entre 400 et 390 mb, car la contribution de ces deux mois, caractérisés par une faible humidité relative en altitude, y fait défaut. La *fig. 21* montre que la courbe moyenne annuelle T suit pratiquement une adiabatique humide de 700 mb jusque vers 230 mb.

4.3.1. — Nous avons déterminé l'amplitude annuelle moyenne de T en fonction de la pression :

$$\overline{A} = \overline{M} - \overline{m}$$

où : $\overline{M}$ = moyenne mensuelle maximum

$\overline{m}$ = moyenne mensuelle minimum

Elle est mise en évidence sur la *fig. 22*, où $\overline{M}$ et $\overline{m}$ sont représentés pour chaque isobare : courbes intérieures. Les 12 courbes des moyennes mensuelles sont donc comprises dans l'intervalle $(\overline{M}, \overline{m})$.

De 6,6°C au sol, l'amplitude décroît assez régulièrement et rapidement jusqu'à 1,7°C à 800 mb. Elle oscille ensuite entre 1°C et 2,5°C jusqu'à 200 mb. De 200 à 70 mb, elle croît pour passer par un maximum absolu de 11,1°C à 95 mb, puis décroît jusqu'à 8°C. Il ressort de l'examen de l'amplitude moyenne que l'effet saisonnier n'influence les moyennes mensuelles que dans les basses couches et dans les couches élevées de la troposphère. Rappelons que les sondages ont eu lieu à 0600 GMT : dans les basses couches, l'effet saisonnier se double d'un effet journalier ; l'amplitude moyenne ne serait pas aussi grande près du sol à un autre moment de la journée, 1200 GMT par exemple. Aux niveaux plus élevés, entre 150 et 70 mb, l'effet saisonnier paraît être le seul déterminant dans la variation de l'amplitude, abstraction faite de ce que les valeurs brutes mesurées à ces altitudes sont plus sujettes à caution. Quoi qu'il en soit, il faut remarquer que l'aplitude annuelle moyenne est faible comparativement à celle des régions tempérées, et il faut la considérer comme l'une des grandes caractéristiques de l'atmosphère équatoriale.

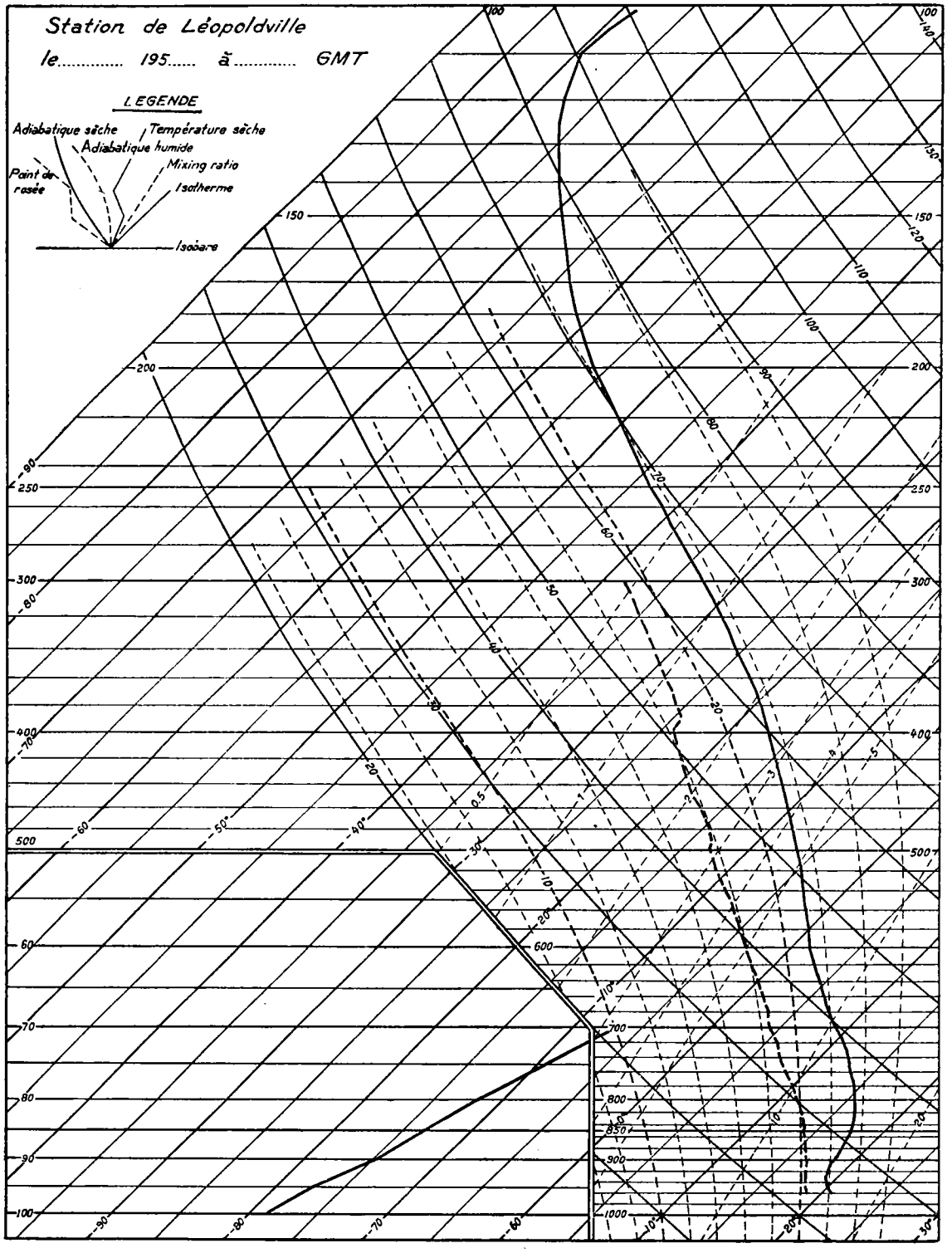

FIG. 21. — Moyennes de l'année à 0600 GMT.

4.3.2. — L'amplitude absolue pour chaque isobare a aussi été examinée ; elle est définie comme suit :

$$A = T_M - T_m$$

où :

T_M = température maximum observée à l'isobare p
T_m = température minimum observée à l'isobare p

Les T_M et T_m sont représentés à la *fig. 22*, courbes extérieures. L'amplitude absolue suit grosso modo les fluctuations de l'amplitude moyenne, tout en étant évidemment plus grande de 2 à 4 fois. Remarquons qu'une amplitude absolue de 12,9°C au sol à 0600 GMT, oscillant entre 5°C et 8,5°C de 800 à 220 mb, est faible

4.4. — Ce chapitre traitant des valeurs mensuelles moyennes, il n'est pas sans intérêt de les comparer ici aux quelques valeurs obtenues au Congo par d'autres types de sondes [1], [2]. Le tableau 2 donne ces valeurs pour les sondes allemande, canadienne et finlandaise. Nous remarquons que dès 400 mb, la sonde finlandaise donne des valeurs comprises entre les deux autres sondes, mais plus proches de la sonde allemande. La sonde canadienne donne des valeurs probablement inférieures à la réalité dès 400 mb ; il faut, pensons-nous, l'attribuer aux erreurs de rayonnement et à une ventilation insuffisante. Dans la sonde allemande, la ventilation est excellente, et le bimétal remarquablement protégé, ce qui permet d'accorder un assez grand crédit à ses mesures.

5. Les niveaux standards.

5.1. — Les moyennes mensuelles des T, Td, et H sont reprises au tableau 3 pour les niveaux standards. Pour chaque niveau les 3 valeurs ont été reportées sur un même graphique, *fig. 23* (a, b, c,...), avec, en ordonnée T, Td, H, et en abscisse les mois. Ces graphiques mettent en relief, d'une autre façon, les fluctuations saisonnières des éléments considérés ; ils montrent en particulier que le mois de juillet est en moyenne le plus sec à tous les niveaux, et novembre le plus humide,

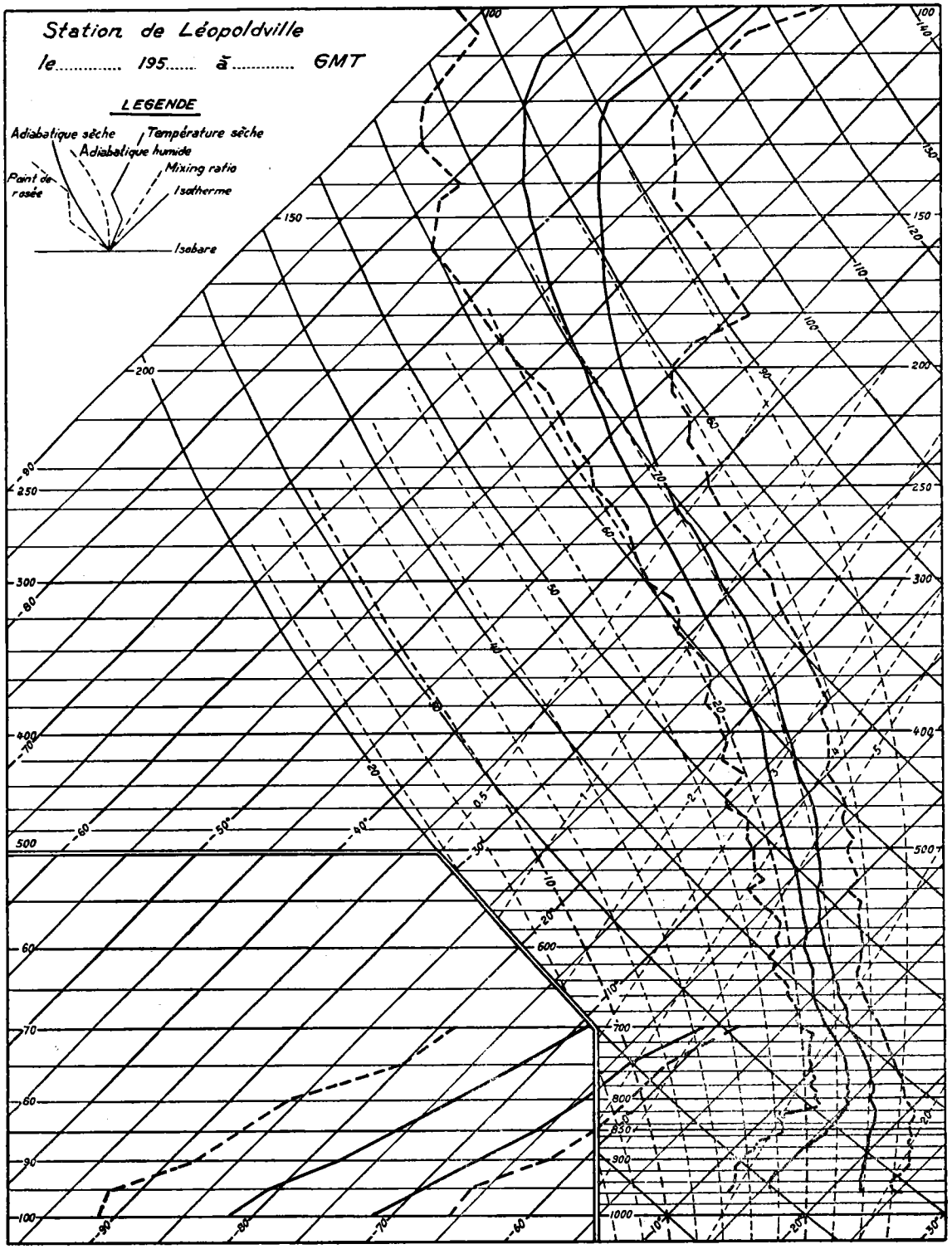

FIG. 22. — Amplitudes annuelles.
——— Amplitude annuelle moyenne (moyennes mensuelles maximum et minimum).
----- Amplitude absolue (pour chaque niveau, maximum et minimum de T rencontrées).

sauf dans les basses couches. Jusqu'à 200 mb, la courbe des altitudes présente approximativement les mêmes variations que celles des T et (ou) Td.

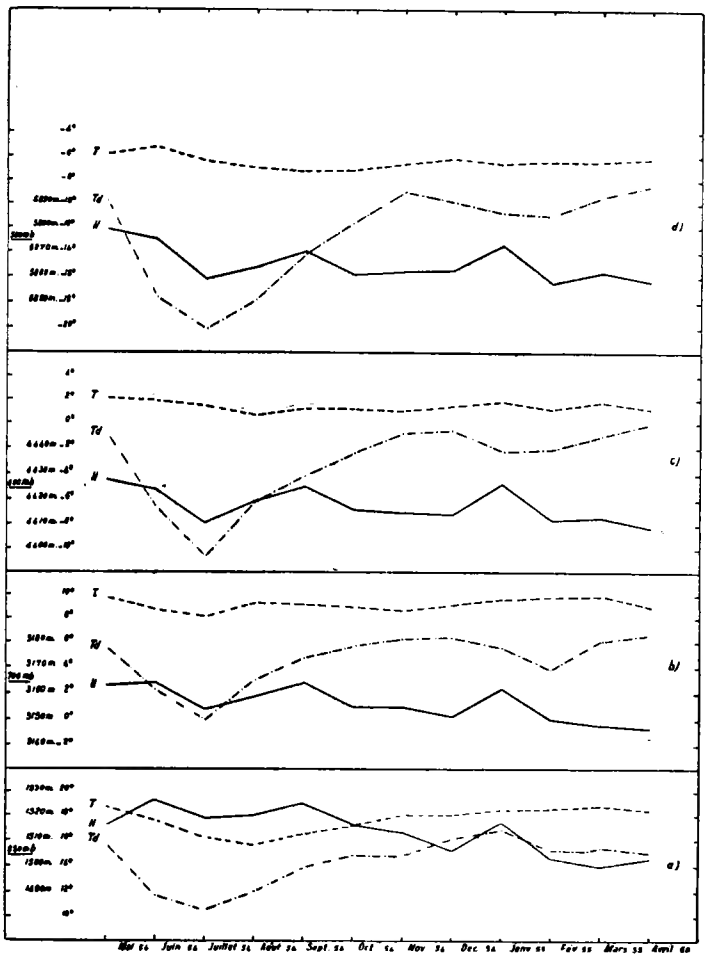

FIG. 23. — *a)* Moyennes mensuelles de T, Td, et H gpm aux niveaux standards.

5.2.1. — Les gradients mensuels moyens de température ont été calculés d'un niveau standard au suivant. Les résultats sont consignés au tableau IV. Il nous a paru intéressant de donner ces gradients pour quelques mois en dehors de la période considérée où les sondages ont été effectués à 1200 GMT : janvier, février et mars 1954 (Tableau 4bis). En mars, il y a eu 2 séries de sondages, l'une à 0600 GMT, et l'autre à 1200 GMT : le gradient moyen du sol à 850 mb à 1200 GMT est plus de

3 fois supérieur à celui de 0600 GMT. Ce sont, à peu de chose près, les valeurs extrêmes. Si nous examinons les valeurs du gradient moyen par couche et par mois, nous constatons que les variations importantes ont lieu pour la première couche troposphérique, soit celle du sol à 850 mb; ces variations sont encore sensibles dans la couche suivante pour devenir

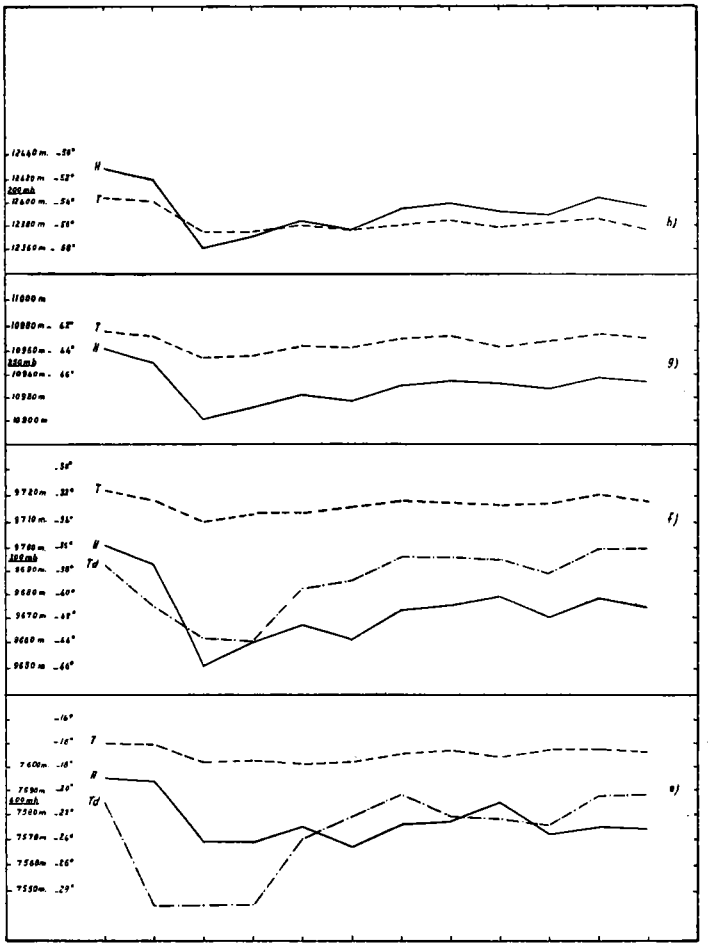

FIG. 23. — *b)* Suite 1.

très faibles jusqu'à 200 mb ; elles redeviennent grandes dès 150 mb et les gradients changent de signe dès 100 mb. Entre 150 et 100 mb, les gradients sont faibles, car la tropopause, où le gradient change de signe, se trouve entre 120 et 100 mb. Nous remarquerons que seul le mois de juillet présente un gradient moyen négatif du sol à 850 mb, caractérisant par là encore le mois de l'année où l'inversion nocturne à 0600 GMT est

le plus accentuée et se manifeste à la plus haute altitude. Dans l'année considérée, la saison sèche a lieu de juin à la mi-septembre, et la petite saison sèche (peu marquée au début de 1955) en février : le gradient moyen de juin à août (sol à 850 mb) est minimum, et celui de février encadré de deux valeurs plus élevées.

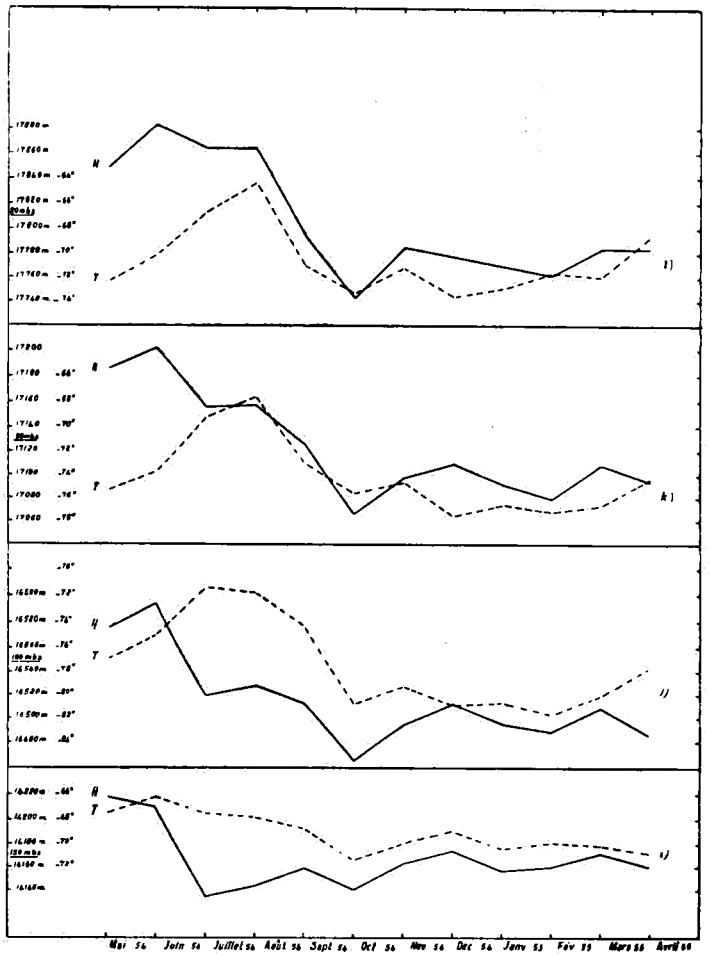

FIG. 23. — *b)* Suite 2.

5.2.2. — Le gradient annuel moyen est également donné au tableau IV pour chaque couche. Il suit, du sol à 70 mb, les variations des gradients mensuels moyens. Positifs jusqu'à 100 mb, il passe par un maximum de 8,5°C /km entre 300 et 200 mb. L'altitude moyenne de la tropopause a été calculée pour chaque mois (chapitre 7), ainsi que le gradient moyen

du sol à la tropopause, et de la tropopause à 70 mb. Les valeurs du gradient figurent aussi au tableau IV. Le domaine de variation du gradient mensuel moyen du sol à la tropopause n'est que de 0,7°C /km.

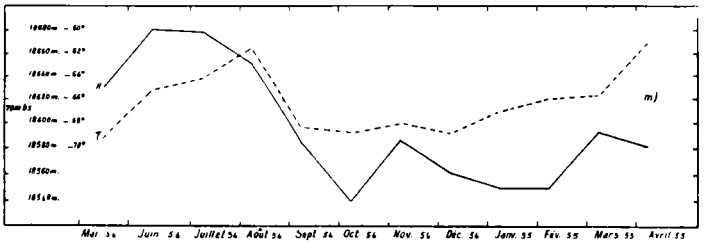

FIG. 23. — *c)* Suite 3.

6. ISOTHERME 0°C.

L'isotherme 0°C a été repérée pour chaque sondage de l'année considérée, et son altitude déterminée graphiquement ; les moyennes mensuelles sont réunies dans le tableau V. Les variations d'altitude de cette isotherme ont probablement plusieurs causes ; en particulier, nous avons remarqué que cette altitude est généralement plus élevée par vent dominant du sud à sud-est, et plus basse par vent dominant du nord à nord-est. D'autre part, comme nous l'avons mentionné au paragraphe 3.3, il y a souvent une isothermie ou une inversion au voisinage du 0°C pouvant s'étendre sur plusieurs centaines de mètres ; selon que cette variation de gradient est dans la région de la courbe à température positive, ou dans celle à température négative, l'altitude du 0°C sera rejetée vers le haut ou vers le bas (*fig. 6 et 6*^{bis}). Le plus grand écart observé au cours de l'année n'est que de 1300 m ; cette valeur est faible comparativement à celle des régions tempérées, et nous pouvons la considérer comme une autre grande caractéristique de l'atmosphère équatoriale. Les moyennes mensuelles d'altitude semblent mettre en évidence une variation saisonnière, mais cette hypothèse n'est que provisoire.

7. Tropopause et stratosphère.

7.1. — Nous avons déjà dit quelques mots de la tropopause au paragraphe 3.5. lors de l'examen de l'aspect général des sondages. La tropopause dont nous parlons ici n'est pas rigoureusement la tropopause selon la Résolution 42 (EC-IV) de l'OMM. Il nous eût en effet été difficile de nous en tenir strictement à la définition proposée par cette Résolution, car son application à la lettre eût éliminé la majeure partie des sondages de l'étude qui nous intéresse. Voici pour mémoire la définition de l'OMM :

« a) La première tropopause est définie comme le niveau le plus » bas auquel le gradient vertical de température devient inférieur ou » égal à 2°C/km, et a, en moyenne une valeur inférieure ou égale à » 2°c/km sur une épaisseur d'au moins 2 km au-dessus de ce niveau.

» Si, à un niveau plus élevé, le gradient vertical dépasse 3°C/km » sur une épaisseur de plus de 1 km, une deuxième tropopause est définie » au-dessus de ce niveau par les critères donnés en a).

» c) D'autres tropopauses à des niveaux plus élevés sont définies » par les critères donnés en b) ».

Nous avons décidé de prendre comme seul critère pour la détermination de la tropopause au-dessus de Léopoldville, celui de température minimum atteinte. Voici pour quelles raisons :

La variation du gradient de température au niveau de la tropopause est généralement brusque, passant d'une valeur bien supérieure à 2°C/km à une valeur souvent fortement négative (*fig. 24*). Tous ces cas satisfont donc à la définition OMM, pour autant que le sondage ait atteint au moins 2 km au-dessus de l'inversion ce qui ne fut le cas que dans un tiers des cas. Nous pouvons à priori affirmer que ceux qui n'ont pas atteint ce minimum de 2 km sont aussi à compter au nombre des sondages conformes à la définition ; en effet, nous n'avons pas observé durant cette année des sondages où le gradient soit redevenu positif au-dessus du point à température minimum. Les quelques sondages qui ont atteint 50 mb ou l'ont dépassé n'ont jamais montré une deuxième tropopause au sens de la définition. La température de la stratosphère augmente généralement suivant un gradient plus ou moins variable.

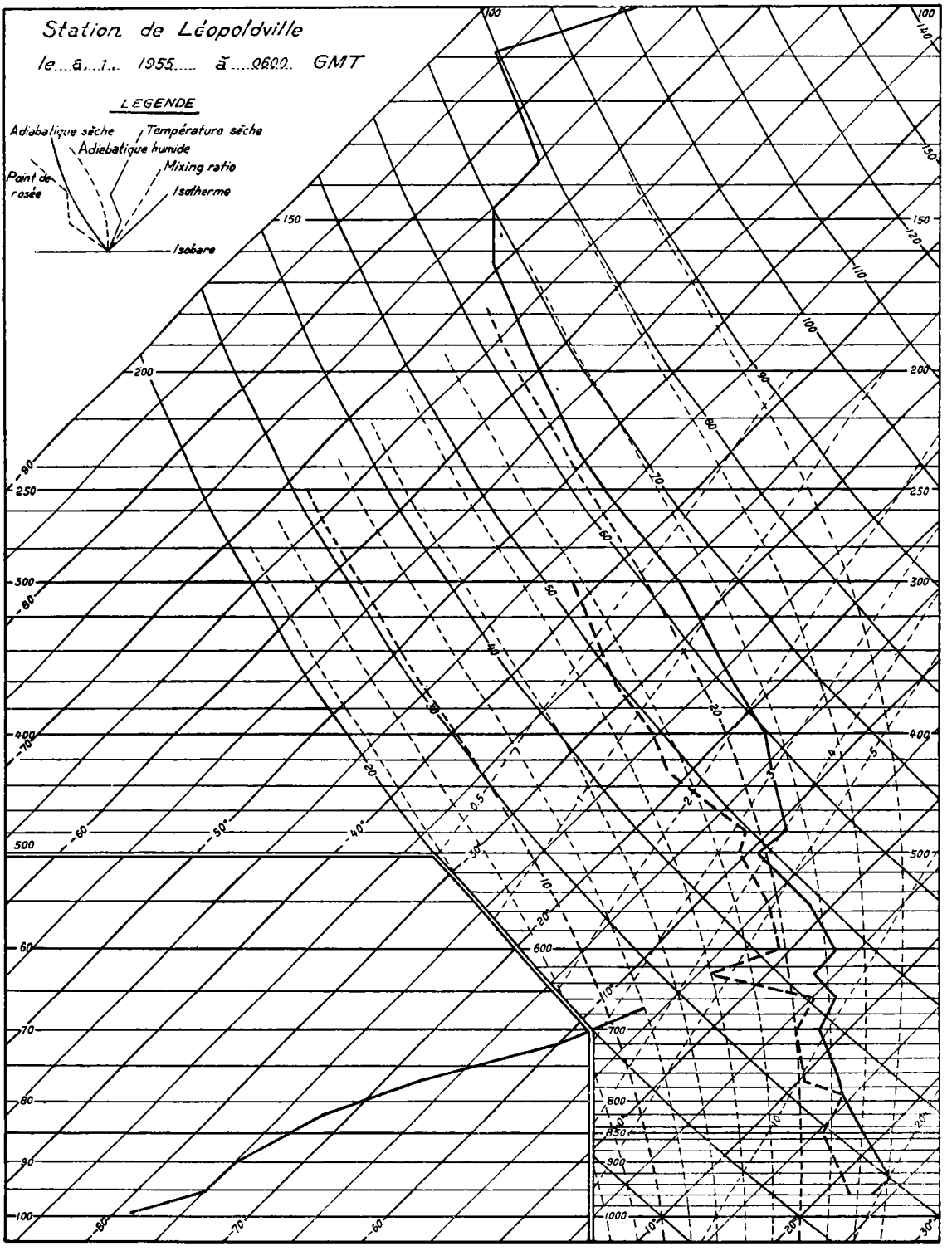

FIG. 24. — Sondage du 8.1.1955 à 0600 GMT montrant l'inversion soudaine de T au niveau de la tropopause.

La tropopause normale au-dessus de Léopoldville est donc celle qui se situe vers 120 à 100 mb. Par contre, nous pourrions alors parler d'une deuxième tropopause qui se trouverait au-dessous (et non au-dessus) de la première. En effet, nous avons rencontré des exemples où le gradient de température, entre 200 et 150 mb, montre des variations telles que le phénomène paraît avoir une cause lointaine, et non pas locale. C'est cela qui nous incite à parler au paragraphe 3.4. d'une manifestation à nos latitudes de la tropopause polaire [II, p. 26 et suivantes] (*fig. 1*).

7.2. — L'altitude de la tropopause a été déterminée de la façon suivante : l'altitude du niveau 150 mb est obtenue graphiquement sur l'aérogramme de dépouillement ; l'épaisseur de la couche comprise entre 150 mb et la tropopause a été calculée par la formule :

$$H_{gpm} = \frac{R_a}{cM} \cdot T_v \ (\log_{10} 150 - \log_{10} p)$$

avec :

T_v = Température virtuelle moyenne de la couche considérée, en °K ; pratiquement, la température moyenne donnée par la sonde.

p = Pression en mb dd la tropopause.

R_a = 287,04 MTS.

c = 9,8 $\frac{R_a}{cM} = 67{,}4429$

M = 0,43429.

Les moyennes mensuelles de P, T, H, de la tropopause sont données au tableau VI. Les valeurs P, T, H, de la tropopause suivent des fluctuations dont les causes sont probablement diverses, certaines peut-être d'ordre purement instrumental. Cependant, les moyennes mensuelles mettent nettement en évidence un effet saisonnier ; elles sont réunies sur le même graphique (*fig. 25*) avec P, T, H, en ordonnée. Nous remarquerons qu'en saison sèche la tropopause moyenne est plus basse et moins froide qu'en saison des pluies.

La fréquence d'occurrence en pour-cent a été déterminée pour P, T, H : tableau VII. Il n'est guère possible de se prononcer sur le caractère de cette distribution [13].

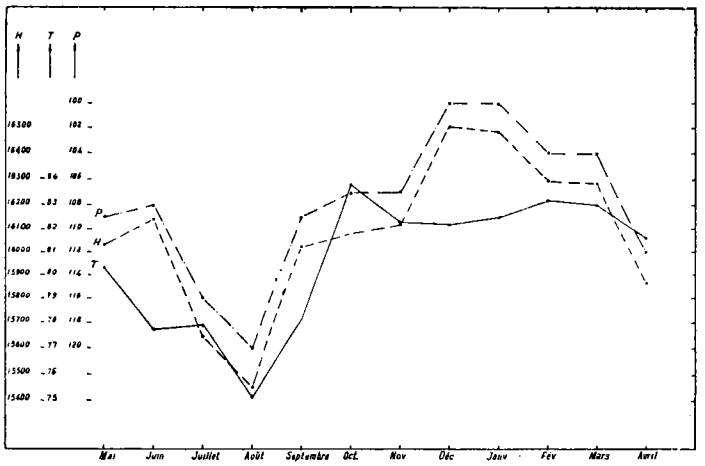

FIG. 25. — Moyennes mensuelles de P.H.T. de la tropopause.

7.3. — Les courbes de température dans la basse stratosphère ont des allures assez diverses. Elle débutent généralement par une forte inversion (*fig. 24*), comme en témoignent les moyennes mensuelles de γ de la couche comprise entre 100 et 90 mb (tableau IV) ; à l'inversion succède quelques fois une isothermie ou un segment à très faible gradient positif comme le montrent les moyennes de γ pour 7 mois entre 90 et 80 mb (tableau IV) : et finalement le gradient redevient fortement négatif. Nous n'avons jamais rencontré de cas dans l'année considérée, où, de la tropopause à 70 mb, la courbe T présente un gradient moyen positif [11].

Au-dessus de 70 mb, pour autant que les quelques sondages de l'année ayant dépassé ce niveau permettent de l'affirmer, la température de la stratosphère continue à augmenter plus où moins régulièrement; voici les moyennes annuelles trouvées :

p	70 mb	60 mb	50 mb	40 mb
Moyenne	— 67,0	— 63,5	— 58,3	— 54,2
N	89	43	12	2

La température aux environs de 40 mb est donc voisine de celle 200 mb.

7.4. — Par souci d'objectivité, nous terminerons ce chapitre par une remarque importante d'ordre instrumental, découlant de quelques

sondages couplés H_{48}-H_{50}. L'anéroïde de la H_{48} est muni d'un bimétal de compensation de température, et sa feuille d'étalonnage ne donne qu'une courbe pour la pression, réalisée en caisson à température constante. Le type H_{50} n'a pas de compensation thermique, et l'élément de pression a été étalonné pour deux températures différentes + 20° et — 80°) ce qui conduit à deux courbes d'étalonnage ; le dépouillement de P se fait alors par l'intermédiaire d'une troisième courbe tracée en tenant compte des températures moyennes aux différents niveaux. Lors de sondages couplés de ces deux types de sondes, nous avons constaté un écart des données de pression en fonction du temps dès 150 mb, quelques fois un peu avant, écart croissant avec l'altitude : la H_{50}, suspendue au-dessous serait montée systématiquement plus haut. Il est probable que la H_{50} donne les résultats les meilleurs, car il est douteux que la compensation thermique puisse jouer fidèlement dans de si grandes limites de température (100°). Il y aurait alors lieu d'ajuster les moyennes calculées précédemment ; d'après les quelques sondages couplés que nous avons faits, la correction de pression serait de l'ordre de 4 à 8 mb au niveau de la tropopause.

8. Variance, écarts quadratiques, fréquences d'occurrence.

8.1. — Il eût été intéressant de pousser plus à fond l'étude statistique des différentes isobares pour l'année entière considérée. Nous nous en sommes tenus à deux problèmes élémentaires qui ne manquent pas d'intérêt : écarts quadratiques et fréquences d'occurrence en pour-cent.

8.2.1. — Les écarts quadratiques ont été calculés pour deux mois de l'année, séparément, pour chaque isobare, par la formule :

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma(\overline{X} - X)^2}{N - 1}$$

Ces deux mois sont :

a) juillet 1954 qui fut le mois le plus sec de la saison sèche : aucune précipitation, humidité relative en altitude la plus basse ;

b) novembre 1954, qui, avec 301,5 mm d'eau recueillie, fut le mois ayant donné le maximum de précipitations durant l'année.

Le tableau VIII donne les écarts quadratiques de ces 2 mois ; ils sont représentés à la *fig. 26* ; l'examen de ces graphiques permet de faire les quelques remarques suivantes :

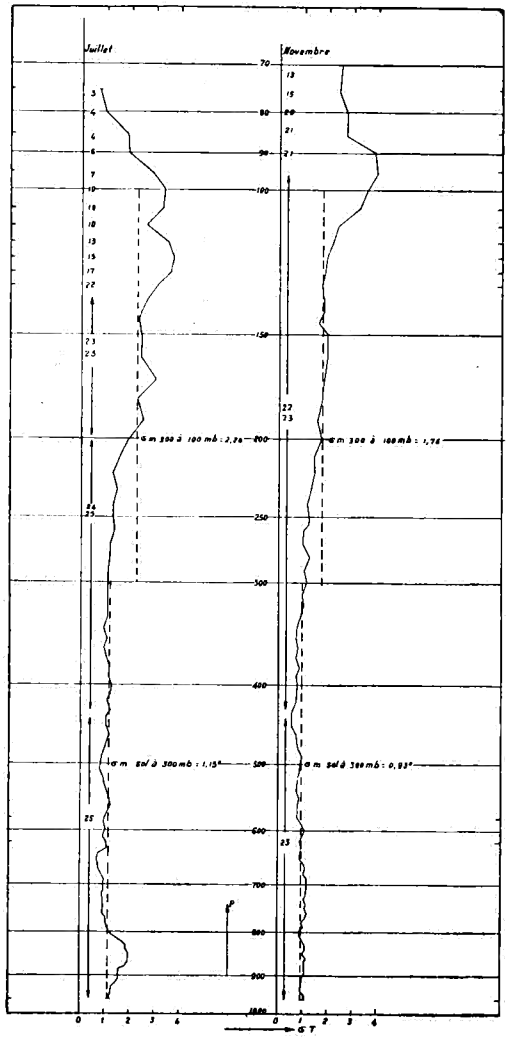

FIG. 26. — Écarts quadratiques de température pour juillet et novembre 1954.

Pour les deux mois, les écarts quadratiques sont faibles, plus petits encore que ceux établis précédemment [1], [2] ; cela s'explique par le fait qu'il s'agit ici d'une époque différente de l'année, où tous les sondages

ont été effectués à la même heure, et certainement aussi par le fait que nous employons un autre type de sonde, à notre avis plus fidèle, plus sûr, et dont la dispersion est plus faible.

Le mois de novembre présente des écarts quadratiques en moyenne inférieurs à ceux de juillet. Nous avons calculé quelques moyennes d'écarts quadratiques, pour les deux mois, et pour différentes couches ; voici les résultats obtenus :

Couches	Juillet	Novembre
Sol à 300 mb	1,15	0,93
Sol à 350 mb	1,16	0,93
850 à 300 mb	1,08	0,91
890 à 350 mb	1,13	0,92
340 à 170 mb	1,47	1,25
240 à 100 mb	2,53	1,92
300 à 100 mb	2,26	1,76
170 à 70 mb	2,56	2,47
Sol à 70 mb	1,46	1,27

Jusqu'à 300 mb où nous avons arrêté les mesures d'humidité, et probablement plus haut encore, l'atmosphère est plus humide en novembre qu'en juillet : la vapeur d'eau contenue dans l'air joue le rôle de stabilisateur de température aux différents niveaux. En novembre, σ est inférieur à 1°C de 650 mb à 300 mb, avec un minimum minimorum de 0,51°C à 440-450 mb ; il est inférieur à 1,5°C du sol à 200 mb, ce qui est remarquable. En juillet, σ présente un premier maximum significatif à 850 mb avec 1,95°C : c'est en juillet que l'inversion nocturne à 0600 GMT se manifeste en moyenne avec le plus d'intensité, et le plus haut (§ 3.1), et l'écart quadratique traduit ce fait ; novembre ne présente pas de maximum à ce niveau, à peine une faible augmentation de 0,2°C.

Au niveau de la tropopause, les écarts quadratiques passent par un maximum : en juillet, tropopause basse, σ maximum entre 125 et 115 mb ; en novembre, tropopause élevée, σ maximum entre 100 et 90 mb.

Le calcul des σ pour les autres mois de l'année donnerait probablement des valeurs du même ordre de grandeur que celles de juillet et novembre, peut-être légèrement supérieures aux mois enregistrant les changements de saison.

Les écarts quadratiques faibles sont à considérer comme une autre grande caractéristique de l'atmosphère équatoriale.

Aux *fig. 11 et 15*, la courbe de température mensuelle moyenne est encadrée de deux autres courbes situées à $\pm 2\ \sigma$. En novembre, toutes les valeurs journalières sont situées à l'intérieur de ces deux courbes, sauf pour quelques niveaux ; en juillet, la répartition n'est pas aussi bonne, il y a en général une observation, quelques fois 2, rarement plus, à chaque isobare qui s'en écarte. Donc, le 95 % des cas est en général situé à l'intérieur de l'intervalle $T_m \pm 2\ \sigma$ ce qui pourrait faire penser à une distribution gaussienne ; cependant, le nombre d'observations d'un seul mois est trop faible pour appliquer des tests de normalité, ne fût-ce que celui que propose E. G. CHAMBERS [14, p. 29] par une méthode arithmétique approchée.

8.2.2. — Nous avons également calculé les écarts quadratiques par saison et pour un certain nombre de niveaux :

a) saison sèche comprenant les mois de juin, juillet, août, et première moitié de septembre ;

b) saison des pluies comprenant les mois d'octobre, novembre, décembre, janvier, février, mars et avril ; la petite saison sèche ayant été peu marquée (février), il n'en a pas été tenu compte. Le tableau IX donne les écarts quadratiques et les moyennes de T pour chaque saison. Les σ ont été calculés par la formule :

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma(f\chi^2)}{N} - \left[\frac{\Sigma(f\chi)}{N}\right]^2 - \frac{1}{12} \qquad ; \left[14, \text{ p. } 29\right].$$

Ce tableau donne également le nombre, en pour-cent, des observations comprises dans l'intervalle $T_m \pm 2\ \sigma$.

Pour chaque saison, la fréquence d'occurrence en pour-cent a été calculée de 50 en 50 mb : tableau X et représentation graphique aux *fig. 27 a, b, c*, etc. Les courbes sont d'allures diverses ; celles de la saison des pluies sont plus régulières que celles de la saison sèche, et plusieurs se rapprochent de la courbe classique de distribution normale ; elles sont plutôt du type platicurtique.

Le tableau IX donne également la température moyenne, le nombre

d'observations N et le pourcentage des cas situés dans l'intervalle $T_m \pm 2\,\sigma$; à chaque saison, les 2/3 environ des niveaux ont 95 % des observations à l'intérieur de cet intervalle.

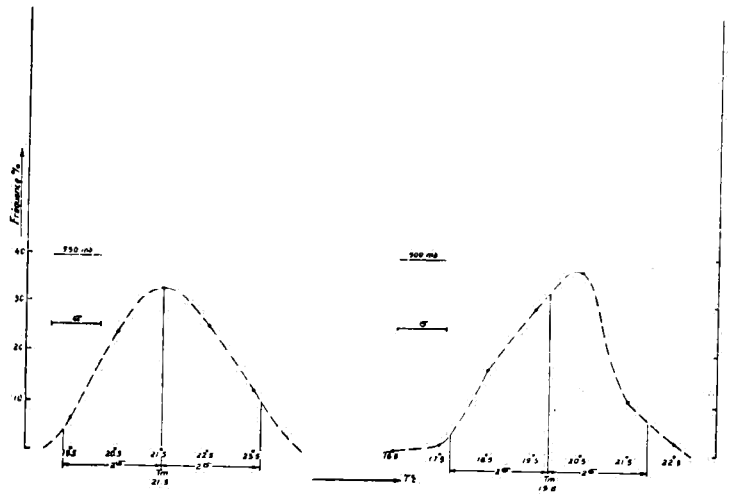

FIG. 27. — *a)* Fréquence d'occurrence % à 950 et 900 mb saison des pluies.

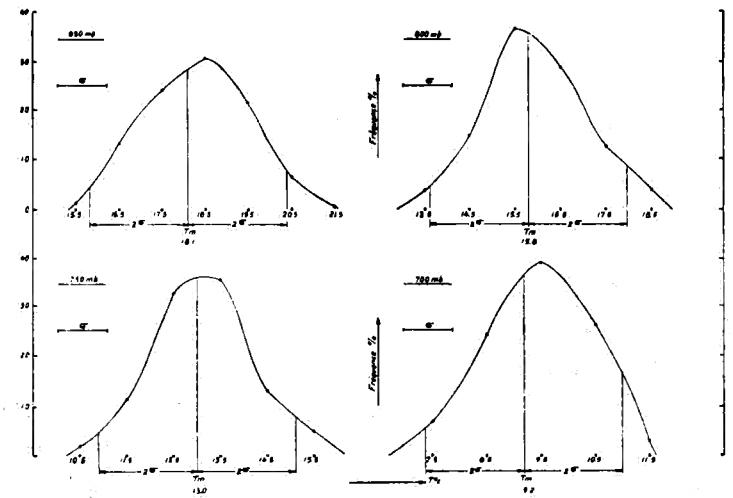

FIG. 27. — *b)* Fréquence d'occurrence % à 850, 800, 750 et 700 mb saison des pluies.

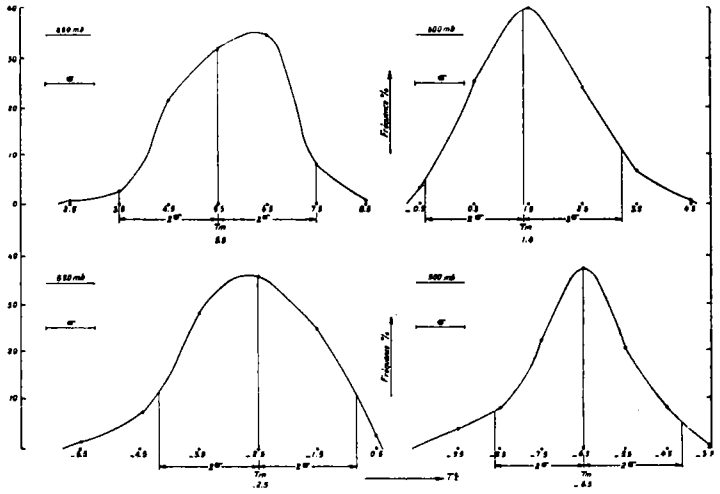

FIG. 27. — *c)* Fréquence d'occurrence % à 650, 600, 550 et 500 mb saison des pluies.

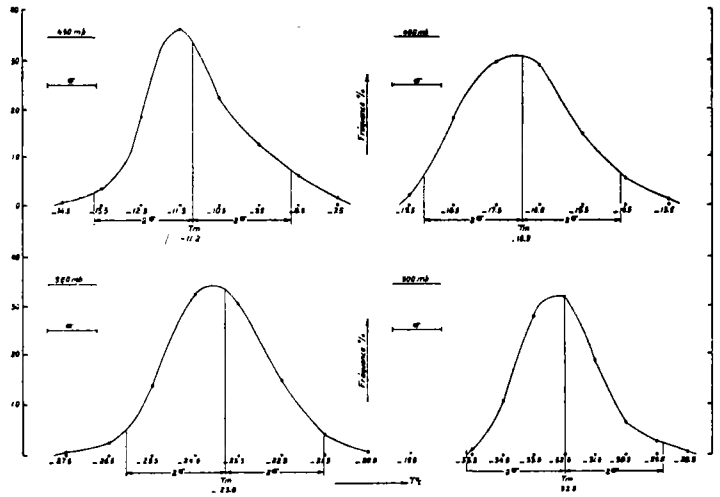

FIG. 27. — *d)* Fréquence d'occurrence % à 450, 400, 350 et 300 mb saison des pluies.

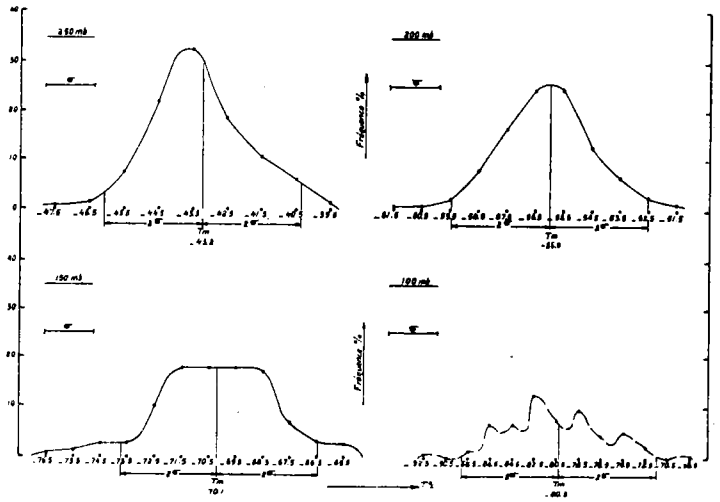

FIG. 27. — *e)* Fréquence d'occurrence % à 250, 200, 150 et 100 mb saison des pluies.

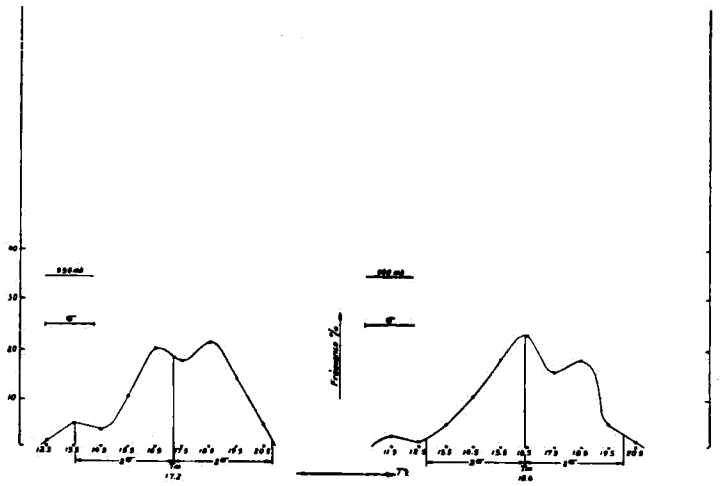

FIG. 27. — *f)* Fréquence d'occurrence % à 950 et 900 mb saison sèche.

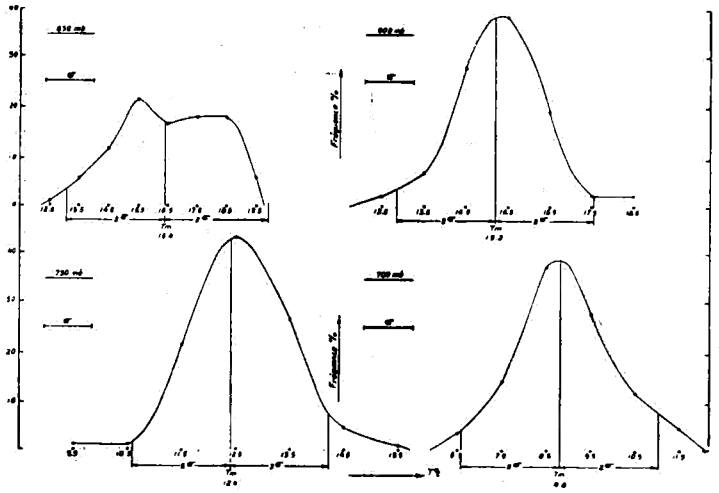

FIG. 27. — *g)* Fréquence d'occurrence % à 850, 800, 750 et 700 mb saison sèche.

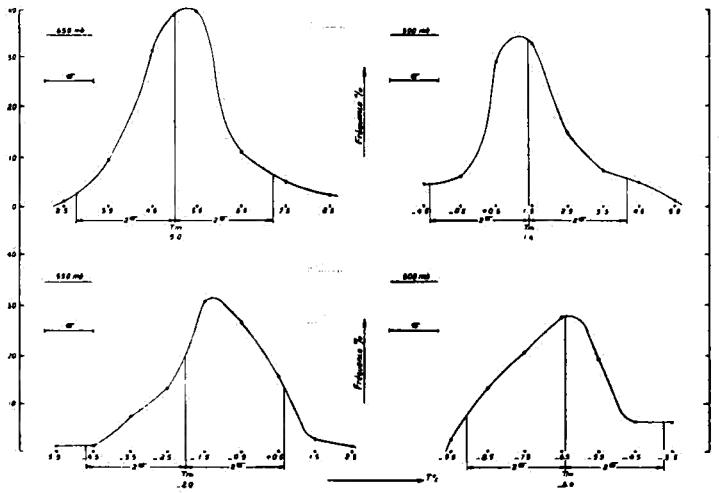

FIG. 27. — *h)* Fréquence d'occurrence % à 650, 600, 550 et 500 mb saison sèche.

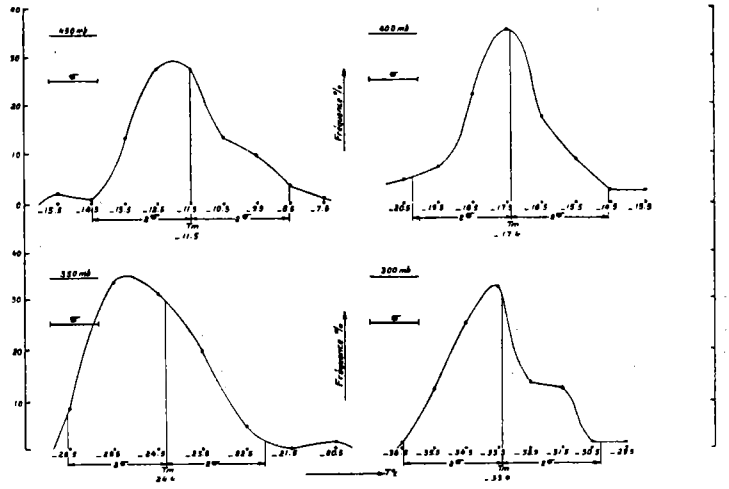

Fig. 27. — *i)* Fréquence d'occurrence % à 450, 400, 350 et 300 mb saison sèche.

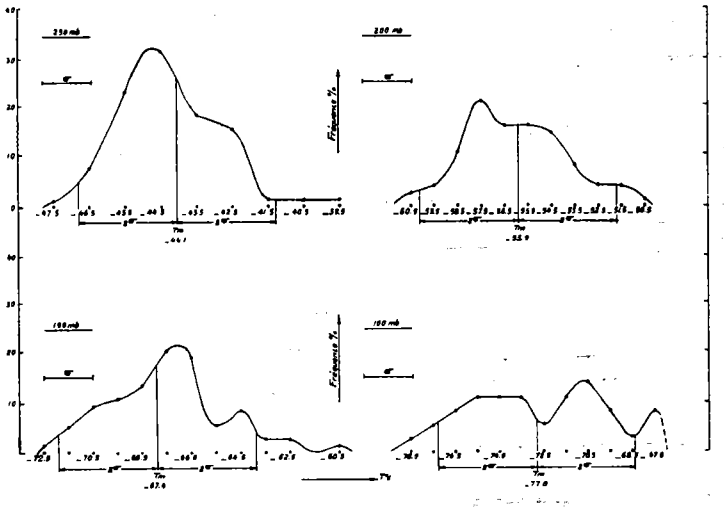

FIG. 27. — *j)* Fréquence d'occurrence % à 250, 200, 150 et 100 mb saison sèche.

9. ISOPLÈTHES.

Nous avons déterminé les thermoisoplèthes de 5° en 5° jusqu'à — 70°, puis un peu plus rapprochées de — 70° à — 81°. Le tableau XI donne les pressions moyennes de chaque isoplèthe pour chaque mois ; la *fig. 28* en est la représentation graphique. Jusqu'à — 65°C, les courbes sont remarquablement régulières, et à peu près horizontales, montrant

une fois de plus les faibles variations annuelles de la température moyenne en atmosphère équatoriale. Il est intéressant de comparer la carte des isoplèthes de la *fig. 28* d'une région intertropicale à celle d'une région polaire [15].

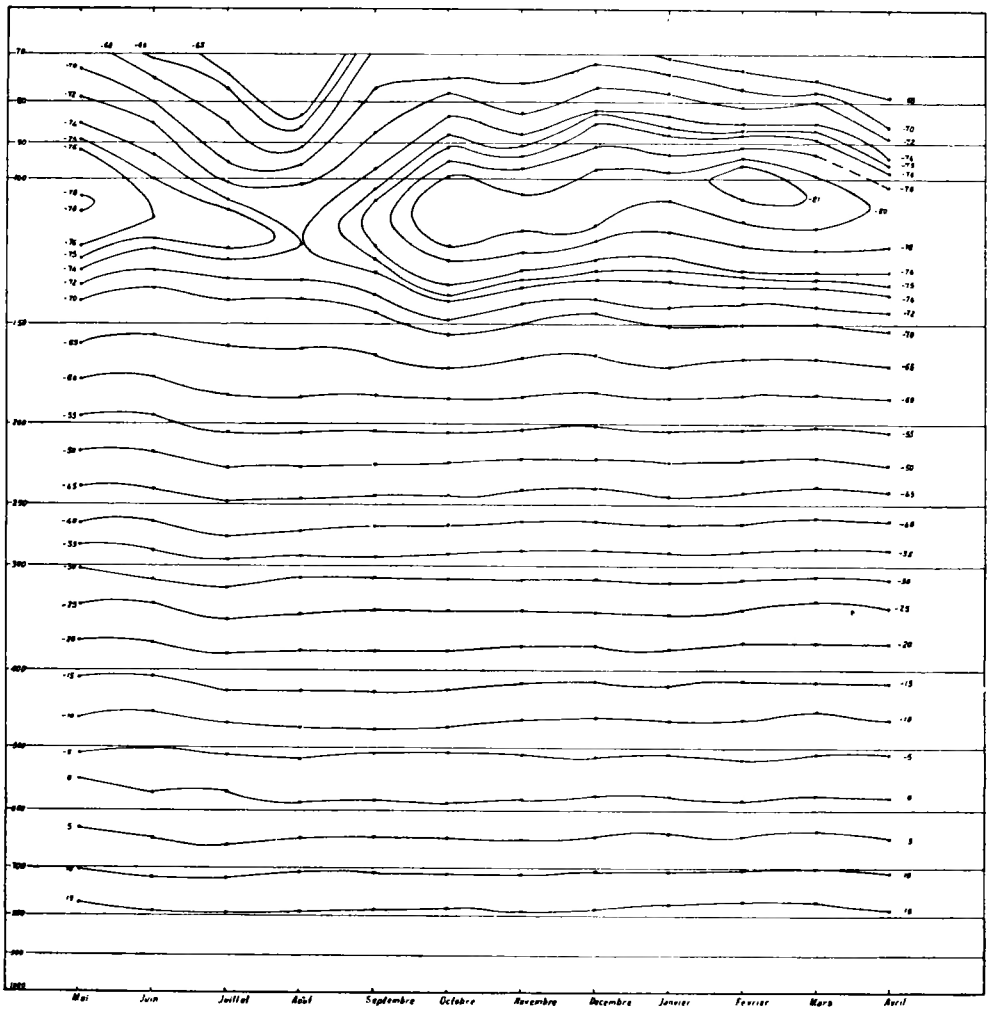

Fig. 28. — Carte des isoplèthes (région intertropicale).

10. Atmosphère moyenne a Léopoldville.

10.1. — Ce dernier chapitre est consacré à la détermination d'une atmosphère moyenne à Léopoldville. Il a été rédigé par M. H. Arend qui a

également effectué les calculs dont les résultats sont publiés ci-après. Nous le remercions vivement pour son aimable collaboration.

10.2.1. — Entre 950 et 95 mb, les valeurs de la température et du point de rosée sont les moyennes annuelles des radiosondages de Léopoldville-Binza à 0600 GMT pour la période de mai 1954 à avril 1955. Certaines données ont été « adoucies » pour améliorer la continuité. Aucun ajustement mathématique n'a été effectué. Le tableau XII donne pour chaque isobare : t, t_d, t_v-t (en °C), T_v (en °K), Hgpm, ρ. 10^3 c.g.s., ainsi que quelques valeurs du rapport $\frac{DTv}{dH}$

La différence entre température virtuelle et température est tirée de la relation :

$$t_v - t = \frac{x}{1\,x}\left(\frac{Rv}{Ra} - 1\right)$$

où : x = rapport de mélange et $\frac{Rv}{Ra} = 0{,}6078$.

Le géopotentiel est calculé de centibar en centibar au moyen de la formule :

$$\Delta H = \frac{R_a}{cM} \cdot \overline{T_v} \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{1}{p}\right)$$

où : T_v = moyenne arithmétique de T_v à la base et au sommet de la couche (p, p + 1 cb) ;

$$R_a = 287{,}04 \text{ MTS} ; c = 9{,}8 ; M = 0{,}43429$$

La densité ρ en gr/cm³ ou en tonne/m³ est définie par :

$$\rho = \frac{1}{R_a} \cdot \frac{p}{T_v} \text{ p en cb}$$

10.2.2. — Au niveau de la mer, t et t_d sont les moyennes au sol, pour la même période, de la station de Banana, à 0600 GMT.

Entre le niveau de la mer et 950 mb, nous avons pris pour T_v une variation proportionnelle à la pression :

$$T_v - T_v(_{95}) = k\ (p -_{95})$$

avec k = 0,66 °C/1 cb.

Au niveau de la mer, la « pression » a été calculée de façon à obtenir un géopotentiel de 450 gpm (niveau approximatif de Binza). L'indice supérieur ^{o} se référant à 960 mb, p est solution de l'équation :

$$H^o = 450 = \frac{R_a}{cM}\left(T_v^o - kp^o\right) \log_{10} \frac{p}{p^o} + \frac{R_a}{c} \; k\left(p - p^o\right).$$

10.2.3. — Entre 95 et 30 mb, nous avons pris pour t des variations proportionnelles aux variations de la pression, en l'absence de valeurs plus sûres :

$$T - T_{(9,5)} = k' \; (9,5 - p)$$

avec $k' = 4,446$ ^{o}C/a cb.

10.2.4. — Les températures sont estimées à $\pm$ 0,05^{o}C, ce qui correspond aux approximations suivantes :

a) pour le géopotentiel :

sol	0	gpm
850 mb	0,254	»
700 »	0,538	»
500 »	1,030	»
300 »	1,780	»
200 »	2,370	»
100 »	3,39	»
50 »	4,40	»
30 »	5,15	»

b) pour la densité :

sol	$0,00016.10^{-3}$
30 mb	$0,00001.10^{-3}$

10.3. — Pour terminer, nous donnons un tableau comparatif des valeurs ajustées pour Léopoldville de février 1951 [2], des moyennes pour Léopoldville également de l'année allant de mai 1954 à avril 1955, et des valeurs standards ICAO. Ces valeurs figurent au tableau XIII. Les deux séries de valeurs pour Léopoldville sont sensiblement différentes pour 2 raisons :

a) pour les basses couches, la première série ne comprend que le mois de février sans spécification d'heure, tandis que la 2e série est établie sur une année entière, à 0600 GMT ;

b) à partir de 400 mb, a) (qui est moins important) se double d'un effet instrumental qui, lui, est non négligeable.

Au terme de ce travail, nous nous acquittons d'un devoir agréable, celui de remercier M. P. HERRINCK qui a bien voulu présenter ce travail et tous les collègues du service, qui, de près ou de loin, ont collaboré à la mise au point de telle question technique ou théorique, en particulier M. VANDER ELST, directeur du service, pour ses conseils judicieux et ses remarques constructives. Nous mentionnons également le personnel auxiliaire qui a grandement aidé à l'élaboration des tableaux de chiffres.

Le 30 juin 1956.

Tableau I. — Moyenne mensuelle de T et TD, de 10

mb	Mai 1954		Juin 1954		Juillet 1954		Août 1954		Septembre 1954		Octobre 1954		Novembre
	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T
Sol	22,0	20,7	18,7	17,7	16,0	14,5	17,6	15,7	21,0	18,3	21,9	19,9	22,0
950	21,3	20,3	18,1	17,1	15,6	14,0	17,0	15,3	20,0	17,7	21,0	19,5	21,4
40	20,8	19,8	17,7	16,7	15,2	13,7	16,6	15,0	19,3	17,4	20,4	19,0	20,8
30	20,5	19,5	17,4	16,3	15,0	13,3	16,2	14,6	18,7	16,9	20,0	18,7	20,5
20	20,3	19,3	17,1	16,0	14,9	13,0	16,0	14,3	18,2	15,7	19,7	18,4	20,0
10	20,0	18,9	17,2	15,9	15,1	12,6	13,8	17,9	16,2	19,3	17,9	17,9	19,7
900	19,8	18,5	17,4	15,7	15,3	12,3	16,0	13,3	17,7	15,7	18,9	17,2	19,4
890	19,6	18,1	17,4	15,2	15,2	12,0	16,0	13,0	17,4	15,3	18,6	16,8	19,2
80	19,4	17,5	17,4	14,7	15,2	11,8	16,0	12,8	17,2	14,9	18,3	16,4	19,0
70	19,2	17,0	17,4	14,9	15,4	11,6	16,0	12,5	17,0	14,7	18,0	16,0	18,7
60	19,0	16,5	17,5	13,1	15,7	11,1	15,8	12,2	16,8	14,3	17,7	15,5	18,4
850	18,7	15,8	17,6	11,8	16,2	10,6	15,7	12,0	16,5	13,9	a7,2	14,8	18,0
40	18,5	17,5	11,1	16,2	10,3	15,6	12,0	16,1	13,5	13,5	16,8	14,2	17,6
30	18,1	14,7	17,1	10,5	16,0	10,0	15,5	12,0	15,8	13,0	16,4	13,7	17,1
20	17,7	14,0	16,6	10,0	15,9	9,6	15,5	11,9	15,5	12,6	15,8	12,9	16,7
10	17,0	13,3	15,9	9,4	15,6	8,9	15,4	11,7	15,1	12,1	15,3	12,2	16,0
800	16,4	12,7	15,3	8,8	15,1	8,2	15,3	11,4	14,7	11,5	14,9	11,4	15,4
790	15,9	12,1	14,8	8,4	14,7	7,6	14,9	11,0	14,4	11,0	14,5	10,6	14,9
80	15,3	11,5	14,1	7,6	14,2	7,0	14,5	10,4	13,9	10,3	13,7	9,8	14,4
70	14,7	10,8	13,5	6,9	13,5	6,3	13,9	9,6	13.5	9,8	13,4	9,1	13,7
60	14,0	9,9	12,9	6,3	12,9	5,3	13,3	8,8	12,9	9,0	12,8	8,4	13,1
750	13,3	9,2	12,2	5,8	12,2	4,5	12,7	7,8	12,4	8,4	12,3	7,8	12,4
40	12,6	8,5	11,5	5,0	11,5	3,8	12,0	6,8	11,8	7,7	11,6	7,2	11,7
30	11,9	7,8	10,9	4,3	10,8	3,0	11,5	6,0	11,3	7,0	11,0	6,6	11,0
20	11,2	7,0	10,1	3,6	10,0	2,4	10,8	5,0	10,6	6,3	10,4	6,2	10,3
10	10,5	6,3	9,4	3,0	9,2	1,1	10,1	4,0	9,9	5,5	9,7	5,6	9,5
700	9,8	5,5	8,7	2,3	8,1	0,0	9,3	2,9	9,1	4,7	8,9	5,4	8,6
690	9,0	3,8	8,0	1,7	7,4	- 0,8	8,6	1,7	8,4	3,9	8,1	4,6	8,0
80	8,2	4,4	7,3	1,0	6,7	- 1,7	7,8	0,9	7,7	3,1	7,5	3,9	7,2
70	7,5	3,7	6,6	0,1	5,8	- 2,6	6,9	0,0	6,9	2,2	6,7	3,1	6,4
60	6,7	3,3	5,9	- 0,7	5,0	- 3,7	6,0	- 0,8	6,0	1,3	5,9	2,3	5,6
650	6,0	2,6	5,3	- 1,6	4,4	- 4,5	5,1	- 1,5	5,3	0,5	5,1	1,5	5,0
40	5,3	2,0	4,6	- 2,5	3,8	- 5,5	4,2	- 2,3	4,5	- 0,4	4,4	0,6	4,3
30	4,6	1,3	3,9	- 3,5	3,2	- 6,8	3,1	- 3,1	3,6	- 1,3	3,6	- 0,1	3,5
20	3,8	0,5	3,3	- 3,5	2,6	- 8,2	2,3	- 4,0	2,9	- 2,2	2,8	- 1,0	2,7
10	3,0	- 0,1	2,7	- 5,6	2,0	- 9,4	1,5	- 4,9	2,0	- 3,2	2,0	- 1,6	2,0
600	2,1	- 0,9	1,9	- 7,5	1,5	-10,6	0,7	- 6,3	1,2	- 4,1	1,2	- 2,4	1,1
590	1,4	- 1,6	1,1	- 7,5	1,0	-11,5	0,1	- 7,6	0,5	- 5,0	0,3	- 3,2	0,4
80	0,6	- 2,3	0,5	- 8,6	0,4	-12,4	- 0,4	- 8,7	- 0,3	- 6,0	- 0,4	- 3,9	- 0,3
70	0,1	- 3,2	- 0,2	- 9,7	- 0,1	-13,3	- 1,0	- 9,9	- 1,1	- 7,0	- 1,2	- 4,8	- 1,1
60	- 0,9	- 4,3	- 0,9	-10,8	- 0,8	-14,2	- 1,7	-11,1	- 1,9	- 7,9	- 2,0	- 5,6	- 1,9
550	- 1,8	- 5,3	- 1,6	-11,9	- 1,5	-15,4	- 2,5	-12,4	- 2,8	- 8,7	- 2,8	- 6,5	- 2,6
40	- 2,6	- 6,3	- 2,3	-12,9	- 2,4	-16,5	- 3,2	-13,4	- 3,6	- 9,8	- 3,6	- 7,5	- 3,3
30	- 3,4	- 7,1	- 2,9	-14,1	- 3,3	-17,4	- 4,0	-14,4	- 4,4	-11,1	- 4,4	- 8,6	- 4,0
20	- 4,2	- 7,9	- 3,5	-15,3	- 4,2	-18,2	- 4,8	-15,4	- 5,2	-12,3	- 5,1	- 9,6	- 4,8
10	- 5,0	- 8,8	- 4,3	-16,6	- 5,2	-19,2	- 5,8	-16,5	- 6,2	-13,2	- 6,0	-10,5	- 5,7
500	- 5,8	- 9,8	- 5,2	-17,6	- 6,4	-20,1	- 6,9	-17,7	- 7,2	-14,2	- 7,1	-11,5	- 6,2

en 10 mb du sol à 150 mb et 5 en 5 mb de 150 à 70 mb.

1954	Décembre 1954		Janvier 1955		Février 1955		Mars 1955		Avril 1954		Moyenne annuelle		mb
Tb	T	Tb	T	Tb	T	Tb	T	Tb	T	Tb	T	Tb	
20,4	22,4	21,0	22.6	21,0	21,8	20,3	22,2	20,9	21,4	20,6	20,7	19,1	Sol
19,8	21,8	20,6	22,1	20,6	21,3	19,9	21,8	20,6	21,1	20,1	20,1	18,6	950
19,3	21,4	20,1	21,7	20,2	21,0	19,6	21,4	20,2	20,9	19,7	19,7	18,3	40
19,0	20,9	19,8	21,4	19,8	20,6	19,1	21,0	19,7	20,7	19,0	19,3	17,8	30
18,6	20,5	19,4	21,1	19,5	20,3	18,7	20,7	19,3	20,7	18,5	19,0	17,5	20
18,0	20,2	19,0	20,7	19,3	20,0	18,4	20,3	18,9	20,5	17,7	18,7	17,1	10
17,5	20,0	18,5	20,5	19,0	19,7	17,9	20,0	18,4	20,3	17,1	18,6	16,6	900
17,0	19,7	18,0	20,1-	18,8	19,7	17,4	19,9	18,1	20,2	16,6	18,5	16,2	890
16,5	19,3	17,5	19,8	18,4	19,6	16,9	19,6	17,5	19,9	16,3	18,3	15,8	80
16,0	18,9	17,0	19,5	18,0	19,4	16,4	19,4	16,7	19,5	15,9	18,1	15,3	70
15,4	18,5	16,6	19,0	17,5	19,0	15,8	19,1	15,9	19,0	15,5	17,8	14,8	60
14,8	18,0	16,1	18,5	16,8	18,5	15,2	18,8	15,4	18,5	15,0	17,6	14,1	850
14,2	17,6	15,6	18,0	16,3	18,1	14,7	18,4	14,9	18,0	14,5	17,3	13,8	40
13,6	17,1	14,7	17,5	15,6	17,6	13,9	17,9	14,4	17,5	14,2	16,9	13,2	30
13,2	16,8	14,1	16,9	14,8	17,2	13,1	17,4	13,8	17,0	13,8	16,5	12,7	20
12,6	16,2	13,3	16,5	14,0	16,8	12,2	16,8	13,1	16,3	13,2	16,0	2,20	10
12,0	15,6	12,4	16,0	13,1	16,4	11,2	16,3	12,4	15,7	12,5	15,5	11,3	800
11,5	15,2	11,7	15,6	12,3	16,1	10,4	15,9	11,8	15,2	12,0	15,1	10,8	790
11,0	14,6	11,1	15,1	11,5	15,7	9,6	15,4	11,2	14,6	11,4	14,6	10,1	80
10,4	14,0	10,6	14,5	10,8	15,0	9,0	14,8	10,6	13,9	10,8	14,0	9,4	70
9,8	13,3	10,0	13,9	10,0	14,4	8,3	14,1	9,7	13,4	10,3	13,4	8,7	60
9,2	12,6	9,4	13,3	9,3	13,8	7,5	13,5	9,1	12,7	9,7	12,8	8,0	750
8,7	12,0	8,7	12,6	8,6	13,0	6,7	12,8	8,5	12,0	9,2	12,1	7,3	40
8,1	11,4	8,1	11,9	8,0	12,3	5,9	12,2	8,0	11,4	8,7	11,5	6,7	30
7,5	10,7	7,6	11,1	7,3	11,5	5,2	11,4	7,3	10,7	8,1	10,7	6,0	20
6,9	9,9	7,0	10,3	6,4	10,6	45,	10,7	6,8	9,9	7,3	10,0	5,2	10
6,2	9,1	6,3	9,6	5,6	9,8	3,8	9,9	6,1	9,0	6,6	9,1	4,4	700
5,6	8,4	5,6	8,9	4,9	8,9	3,3	9,1	5,6	8,3	6,0	8,4	3,8	690
4,9	7,7	5,0	8,2	4,1	8,1	2,9	8,5	5,0	7,5	5,5	7,7	3,2	80
4,3	7,0	4,2	7,4	3,3	7,1	2,4	7,6	4,4	6,7	4,9	6,8	2,4	70
3,6	6,3	3,6	6,7	2,4	6,2	1,9	6,9	3,5	5,9	4,4	6,1	1,6	60
2,8	5,6	3,0	6,0	1,5	5,5	1,5	6,2	2,7	5,1	3,7	5,4	0,8	650
2,1	4,8	2,3	5,2	0,6	4,7	1,1	5,2	1,9	4,4	2,9	4,6	0,1	40
1,3	4,0	1,7	4,4	– 0,3	3,8	0,8	4,4	1,0	3,5	2,2	3,8	– 0,7	30
0,6	3,1	0,9	3,6	– 0,9	2,9	0,3	3,6	0,3	2,7	1,3	3,0	– 1,6	10
0,0	2,5	0,1	2,8	– 1,5	2,0	– 0,9	2,6	– 0,3	2,0	0,7	2,2	– 2,4	10
– 0,8	1,5	– 0,6	1,9	– 2,2	1,2	– 2,1	1,8	– 0,9	1,3	1 0,0	1,4	– 3,4	600
– 1,5	0,8	– 1,3	1,0	– 3,0	0,4	– 3,0	1,0	– 1,5	0,7	– 0,6	0,7	– 4,1	590
– 2,1	0,1	– 2,0	0,1	– 3,9	– 0,3	– 3,4	0,2	– 2,3	0,0	– 1,1	- 0,1	– 5,0	80
– 2,9	– 0,5	– 2,7	– 0,6	– 4,8	– 1,1	– 4,0	– 0,7	– 3,2	– 0,9	– 1,7	– 0,7	– 5,9	70
– 3,7	– 1,4	– 3,6	– 1,4	– 5,8	– 1,8	– 5,1	– 1,3	– 4,0	– 1,7	– 2,8	– 1,4	– 6,8	60
– 4,5	– 2,4	– 4,5	– 2,2	– 6,6	– 2,6	– 6,4	– 2,1	- 5,0	– 2,3	– 3,8	– 2,3	– 7,5	550
- 5,3	– 3,2	– 5,4	– 3,1	– 7,5	– 3,4	– 7,5	– 2,9	– 5,9	– 3,1	– 5,0	– 3,1	– 8,8	40
– 6,1	– 3,8	– 6,6	– 3,8	– 8,2	– 4,1	– 8,4	– 3,7	– 6,8	– 3,8	– 5,8	– 3,8	– 9,8	30
– 7,0	– 4,5	– 7,6	– 4,6	– 9,0	– 4,9	– 9,4	– 4,5	– 7,5	– 4,5	– 6,5	- 4,6	-10,8	20
– 8,0	– 5,2	– 8,6	– 5,6	– 9,9	– 5,7	–10,2	– 5,3	– 8,3	– 5,2	– 7,3	– 5,4	–11,7	10
– 9,0	– 6,1	– 9,8	– 6,5	–10,7	– 6,3	–10,9	– 6,3	– 9,2	– 6,1	– 8,4	– 6,5	–12,7	500

Tableau I. — Moyennes mensuelles de T et TD, de 10

mb.	Mai 1954		Juin 1954		Juillet 1954		Août 1954		Septembre 1954		Octobre 1954		Novembre
	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T
490	- 6,9	-10,7	- 6,0	-19,7	- 7,4	-20,9	- 8,1	-18,6	- 8,2	-14,8	- 8,1	-12,2	- 7,4
80	- 7,9	-11,5	- 6,8	-19,8	- 8,3	-21,8	- 9,1	-19,8	- 9,2	-15,7	- 9,1	-13,4	- 8,3
70	- 8,7	-12,5	- 7,7	-20,8	- 9,4	-22,7	-10,1	-21,0	-10,3	-16,7	-10,0	-14,6	- 9,1
460	- 9,6	-13,7	- 8,7	-21,9	-10,5	-23,8	-11,3	-22,1	-11,3	-17,7	-11,0	-15,7	-10,0
50	-10,5	-14,9	- 9,9	-23.1	-11,7	-25,0	-12,4	-23,3	-12,3	-18,8	-12,0	-16,7	-11,1
40	-11,5	-16,1	-11,1	-24,3	-12,9	-25,9	-13,4	-24,5	-13,4	-19,8	-13,1	-18,0	-12,2
30	-12,6	-17,6	-12,2	-25,4	-14,1	-26,5	-14,4	-25,5	-14,5	-20,9	-14,2	-19,0	-23,3
20	-13,7	-18,9	-13,4	-26,6	-15,4	-27,5	-15,4	-26,7	-15,6	-21,9	-15,4	-20,0	-24,5
10	-14,8	-19,9	-14,7	-27,9	-16,5	-28,3	-16,3	-27,8	-16,7	-22,9	-16,5	-21,1	-15,6
400	-16,0	-21,1	-16,1	-29,2	-17,6	-29,2	-17,5	-29,1	-17,8	-24,0	-17,6	-22,2	-16,9
390	-17,3	-22,3	-17,4	-	-19,1	-30,6	-18,7	-30,3	-18,9	-25,3	-18,8	-23,7	-18,2
80	-18,5	-23,7	-18,8		-20,6	-31,8	-20,0	-31,6	-20,1	-26,7	-20,0	-24,9	-19,4
70	-19,8	-25,4	-20,3	-	-22,1	-33,1	-21,5	-32,8	-21,5	-28,1	-21,3	-26,4	-20,8
60	-21,2	-26,9	-21,9	-	-23,6	-34,6	-22,9	-34,3	-22,9	-29,6	-22,7	27,8	-22,2
350	-22,8	-28,5	-23,6	-	-25,1	-35,8	-24,3	-35,7	-24,5	-31,1	-24,1	29,7	-23,7
40	-24,4	-30,2	-25,2	-	-26,8	-37,1	-25,9	-37,2	-26,2	-32,7	-25,7	31,5	-25,3
30	-26,0	31,8	-26,8	-	-27,5	-38,6	-27,6	-38,7	-27,7	-34,2	-27,3	-33,3	-27,0
20	-27,7	-33,6	-28,5	-	-30,2	-40,0	-29,4	-40,4	-29,5	-35,8	-29,0	-35,0	-28,7
10	-29,7	-35,5	-30,4	-	-32,1	-41,7	-31,3	-42,0	-31,4	-27,6	-30,8	-26 8	-30,5
300	-31,7	-37,5	-32,4	-	-34,0	- 43,7	-33,3	-32,9	-33,3	-39,5	-32,9	-38,8	-32,4
290	-33,6		-34,4		-36,0		-35,4		-35,3		-34,0		-34,3
80	-35,6		-36,4		-37,0		-37,5		-37,3		-37,0		-36,4
70	-37 8		-38,5		-40,1		-39,8		-39,3		-39,1		-38,6
60	-40,1		-40,5		-42,2		-41,9		-41,3		-41,4		-40,7
250	-42,2		-42,8		-44,6		-44,4		-43,6		-43,7		-43,0
40	-44,6		-44,8		-46,9		-46,5		-45,9		-46,9		-45,1
30	-46,8		-46,9		-49,3		-48,9		-48,3		-48,3		-47,6
20	-49,2		-49,2		-51,7		-51,4		-51,0		-50,9		-50,4
10	-51,5		-51,6		-54,1		-54,0		-53,5		-53,6		-53,1
200	-54,0		-53,9		-56,5		-56,5		-56,0		-56,4		-56,0
190	-56,5		-56,3		-58,8		-59,0		-58,0		-59,1		-58,6
80	-59,2		-58,9		-60,8		-61,3		-61,0		-62,1		-61,3
70	-61,9		-62,3		-63,0		-63,4		-63,5		-65,1		-64,0
60	-64,7		-63,7		-65,0		-65,5		-66,1		-68,3		-66,8
150	-67,5		-66,2		-67,5		-67,8		-68,7		-71,4		-69,9
45	-68,8		-67,6		-68,9		-68,9		-70,0		-72,8		-71,2
40	-70,3		-69,0		-70,3		-70,1		-71,4		-73,5		-72,7
35	-71,7		-70,3		-71,5		-71,5		-72,7		-75,8		-74,3
30	-73,3		-71,7		-72,8		-72,6		-74,1		-77,2		-75,8
25	-75,0		-73,0		-74,4		-73,4		-75,2		-78,6		-77,3
20	-76,6		-74,6		-75,5		-74,1		-76,4		-80,1		-78,8
15	-77,5		-75,5		-75,6		-73,8		-76,7		-81,0		-80,2
10	-78,0		-76,3		-75,6		-73,4		-76,5		-82,0		-80,7
05	-78,0		-75,6		-73,4		-72,7		-75,7		-81,7		-80,2
100	-77,0		-75,0		-71,4		-71,8		-74,3		80,8		-79,3
95	-76,6		-74,2		-70,0		-69,7		-73,8		-78,0		-76,7
90	-75,3		-73,7		-69,2		-67,6		-63,0		-75,6		-74,6
85	-74,1		-72,1		-68,0		-65,4		-72,3		-74,3		-72,6
80	-72,4		-70,1		-66,7		-64,3		-71,0		-73,2		-71,2
75	-70,6		-68,2		-65,3		-53,8		-69,5		-70,1		-69,8
70	-69,2		-65,2		-64,2		-61,5		-68,3		-68,7		-68,0

en 10 mb du sol à 150 mb et 5 en 5 mb de 150 à 70 mb *(suite)*.

1954	Décembre 1954		Janvier 1955		Février 1955		Mars 1955		Avril 1955		Moyenne annuelle		mb
Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	T	Td	
− 9,9	− 6,9	−10,8	− 7,4	−11,3	− 7,2	−11,8	− 7,1	−10,0	− 6,9	− 9,5	− 7,3	−13,3	490
−10,8	− 7,8	−11,8	− 8,2	−12,3	− 8,1	−12,8	− 8,1	−10,7	− 7,9	−10,5	− 8,3	−14,4	80
−11,8	− 8,7	−13,0	− 9,0	−13,2	− 9,0	−13,9	− 8,9	−11,9	− 9,0	−11,6	− 9,2	−15,5	70
−13,3	− 9,7	−14,0	−10,0	−14,3	−10,0	−15,1	− 9,8	−13,2	−10,1	−12,8	−10,2	−16,7	70
−14,7	−10,8	−15,4	−11,1	−15,8	−11,0	−16,4	−10,9	−11,1	−14,1	−11,3	−18,0	−18,0	450
−15,8	−11,8	−16,8	−12,4	−17,3	−12,1	−17,5	−12,1	−15,8	−12,1	−15,4	−12,4	−19,1	40
−16,9	−12,9	−18,3	−15,6	−18,9	−13,1	−18,9	−13,2	−17,2	−13,2	−16,5	−13,5	−20,3	30
−18,2	−14,1	−19,6	−14,8	−20,1	−14,1	−20,3	−14,2	−18,3	−14,4	−17,8	−14,6	−21,5	20
−19,3	−15,3	−20,8	−15,9	−21,3	−15,2	−21,6	−15,3	−19,3	−15,5	−19,1	−15,7	−22,5	10
−20,4	−16,6	−22,2	−17,2	−22,4	−16,5	−22,9	−16,5	−20,5	−16,8	−20,4	−17,0	−23,9	400
−21,7	−18,0	−23,5	−18,5	−23,5	−17,6	−24,1	−17,6	−21,7	−17,9	−21,7	−18,2	−24,2	390
−23,2	−19,4	−24,7	−19,8	−24,7	−18,9	−25,4	−18,9	−23,0	−19,2	−23,0	−19,5	−25,5	80
−24,6	−20,9	−26,2	−21,2	−26,1	−20,4	−27,3	−20,1	−24,4	−20,6	−24,3	−20,9	−27,9	70
−26,1	−22,4	−27,5	−22,7	−27,4	−21,8	−29,0	−21,8	−25,8	−22,1	−25,9	−22,4	−28,5	60
−24,6	−20,9	−26,2	−21,2	−26,1	−20,4	−27,3	−20,4	−24,4	−20,6	−24,3	−20,9	−27,0	70
−27,6	−24,0	−28,8	−24,3	−28,8	−23,5	−30,3	−23,4	−27,5	−23,6	−27,3	−23,9	−30,0	350
−29,4	−25,5	−30,2	−25,8	−30,2	−25,2	−21,7	−24,9	−29,0	−25,0	−28,6	−25,6	−31,5	40
−31,0	−27,2	−31,7	−27,5	−31,7	−26,8	−33,0	−26,5	−30,6	−26,8	−30,3	−27,2	−33,1	30
−32,9	−28,8	−33,3	−29,1	−33,4	−28,6	−34,5	−28,2	−32,5	−28,5	−32,0	−29,0	−34,8	20
−34,9	−30,5	−34,9	−30,8	−35,2	−30,5	−36,3	−30,0	−34,1	−40,4	−33,8	−20,7	−36,5	10
−36,8	−32,5	−36,8	−32,7	−37,0	−32,5	−38,2	−31,9	−36,1	−32,4	−26,1	−32,8	−38,4	300
	−34,4		−34,7		−34,5		−33,9		−34,3		−34,7		290
	−36,4		−27,0		−36,6		−36,0		−36,4		−36,8		80
	−38,5		−39,2		−38,8		−38,1		−38,5		−38,9		70
	−40,5		−41,3		−40,9		−40,3		−40,6		−41,0		60
	−42,8		−43,7		−43,2		−42,6		−43,0		−43,4		250
	−45,0		−45,9		−45,5		−44,8		−45,4		−45,5		40
	−47,5		−48,2		−48,0		−47,3		−48,0		−48,0		30
	−50,2		−50,8		−50,5		−49,9		−50,7		−50,5		20
	−52,8		−53,3		−53,0		−52,8		−53,3		−53,1		10
	−55,6		−56,2		−55,8		−55,5		−56,4		−55,9		200
	−58,1		−58,8		−58,4		−58,1		−59,2		−58,4		190
	−60,7		−61,6		−61,2		−61,1		−62,2		−61,0		80
	−63,5		−64,8		−64,0		−64,0		−65,2		−63,7		70
	−66,0		−67,8		−66,9		−67,5		−68,2		−66,3		60
	−68,9		−70,4		−69,9		−70,1		−70,7		−69,1		150
	−70,3		−71,5		−71,2		−71,4		−72,0		−70,4		45
	−71,9		−72,6		−72,6		−72,8		−73,4		−71,9		40
	−73,5		−73,7		−74,1		−74,3		−74,8		−72,3		35
	−75,0		−74,7		−75,6		−75,9		−76,0		−74,7		30
	−76,3		−75,8		−77,1		−77,4		−77,5		−76,1		25
	−77,7		−77,0		−78,2		−79,0		−78,3		−77,4		20
	−79,0		−78,2		−79,5		−80,0		−78,7		−78,4		15
	−80,2		−79,4		−80,7		−80,9		−79,1		−79,5		10
	−80,8		−80,4		−81,5		−80,4		−78,9		−79,1		05
	−80,9		−80,7		−81,7		−80,1		−77,6		−78,6		100
	−79,2		−78,9		−80,8		−79,2		−74,3		−77,3		95
	−77,6		−76,6		−77,2		−76,7		−72,3		−74,8		90
	−75,9		−74,6		−73,7		−74,2		69,7		−73,5		95
	−73,6		−72,9		−71,5		−71,9		−68,5		−71,7		80
	−71,3		−70,5		−69,1		−67,6		−66,8		−69,4		75
	−68,8		−67,0		−66,0		−65,6		−60,9		−67,0		70

Tableau II. — Tableau comparatif des températures moyennes fournies par les sondes allemande, canadienne et finlandaise.

Sonde allemande Léopoldville			Sonde canadienne Léopoldville	Sonde finlandaise Élisabethville
P	Février 1955	Année entière	Février 1951 moyenne ajustée	Février 1951 moyenne ajustée
850	18,5	17,5	19,8	19,5
800	16,4	15,5	17,0	16,8
750	13,8	12,8	14,0	14,0
700	9,8	9,1	10,8	10,9
650	5,5	5,4	7,5	7,7
600	1,2	1,4	4,9	4,2
550	— 2,6	— 2,3	— 0,1	0,6
500	— 6,3	— 6,5	— 4,1	— 3,5
450	— 11,0	— 11,3	— 8,6	— 7,8
400	— 16,5	— 17,0	— 13,6	— 13,9
350	— 23,5	— 23,9	— 19,1	— 21,1
300	— 32,5	— 32,8	— 27,1	— 31,2
250	— 43,2	— 43,4	— 36,8	— 41,6
200	— 55,8	— 55,9	— 47,3	— 55,7
150	— 69,9	— 69,1	— 60,0	— 68,3
125	— 77,1	— 76,1	— 67,7	— 77,1
100	— 81,7	— 78,6	— 70,0	— 80,0

Tableau III. — Niveaux standards.

Moyennes mensuelles T, TD et H gpm.

P	Mai 1954			Juin 1954			Juillet 1954			Août 1954		
	T	Td	H	T	Td	H	T	Td	H	T	Td	H
850	18,7	15,8	1516,1	17,6	11,8	1525,5	16,2	10,6	1519,0	15,7	12,0	1520,4
700	9,8	5,5	3162,9	8,7	2,3	3163,8	8,1	0,0	3154,3	9,3	2,9	3159,0
600	2,1	- 0,9	4427,9	1,9	- 6,5	4424,0	1,5	-10,6	4410,7	0,7	- 6,3	4419,0
500	- 5,8	- 9,8	5878,7	- 6,2	-17,6	5874,8	- 6,4	-20,1	5859,4	- 6,9	-17,7	5863,6
400	-16,0	-21,1	7595,4	-16,1	-20,2	7594,0	-17,6	-29,2	7569,0	-17,5	-29,1	7568,9
300	-31,7	-37,5	9700,5	-32,4	-41,0	9692,7	-34,0	-43,7	9651,3	-33,3	-43,9	9660,3
250	-42,4		10961,3	-42,8		10950,2	-44,6		10901,0	-44,4		10911,4
200	-54,0		12429,2	-53,9		12419,7	-56,5		12356,0	-56,6		12368,6
150	-67,5		14216,7	-66,2		14210,4	-67,5		14134,0	-68,8		14143,0
100	-77,0		16574,6	-75,0		16594,0	-71,4		16519,4	-71,8		16527,5
090	-75,3		17184,6	-73,7		17202,2	-69,2		17157,0	-67,6		17157,6
080	-72,4		17847,6	-70,1		1782,6	-66,7		17864,2	-64.3		17864,3
070	-69,2		18630,0	-65,2		18681,1	-64,2		18679,0	-61,5		18650,5

P	Septembre 1954			Octobre 1954			Novembre 1954			Décembre 1954		
850	16,5	13,9	1525,0	17,2	14,8	1516,0	18,0	14,8	1513,0	18,0	16,1	1507,5
700	9,1	4,7	3163,6	8,9	5,4	3155,2	8,6	6,2	3154,5	9,1	6,3	3150,7
600	1,2	- 4,1	4425,0	1,2	- 2,4	4416,0	1,1	- 0,8	4415,1	1,5	- 0,8	4414,0
500	- 7,2	-14,0	5780,0	- 7,1	-11,5	5860,8	- 6,5	- 9,0	5862,0	- 6,1	- 9,8	5862,6
400	-17,8	-24,0	7575,0	-17,6	-22,2	7567,4	-16,9	-20,4	7575,7	-16,6	-22,2	7577,2
300	-33,3	-39,5	9666,5	-32,9	-38,8	9661,1	-32,4	-36,8	9672,5	-32,5	-36,8	9675,2
250	-43,6		10922,0	-43,7		10916,4	-43,0		10930,0	-42,8		10933,7
200	-56,0		12383,1	-56,4		12376,2	-56,0		12394,0	-55,6		12399,0
150	-68,7		14158,5	-71,4		14140,1	-69,9		14163,4	-68,9		14174,2
100	-74,3		16512,2	-80,8		16465,4	-79,3		16494,2	-80,9		16512,2
090	-73,0		17126,5	-75,6		17065,8	-74,6		17097,5	-77,6		17109,6
080	-71,0		17794,0	-73,2		17742,5	-71,2		17785,1	-73,6		17777,8
070	-68,3		18583,5	-68,7		18539,5	-68,0		18586,2	-68,8		18562,1

P	Janvier 1955			Février 1955			Mars 1955			Avril 1955.		
850	19,5	16,8	1516,6	18,5	15,2	1502,9	18,8	15,4	1500,3	18,5	15,0	1502,7
700	9,6	5,6	3162,1	9,8	3,8	3149,5	9,9	6,1	3147,5	9,0	6,6	3146,5
600	1,9	- 2,2	4426,4	1,2	- 2,1	4412,0	1,8	- 0,9	4412,5	1,3	0,0	4409,4
500	- 6,5	-10,7	5873,4	- 6,3	-10,9	5858,2	- 6,3	- 9,2	5861,6	- 6,1	- 8,4	5858,7
400	-17,2	-22,4	7584,9	-16,5	-22,9	7571,7	-16,5	-20,5	7575,4	-16,8	-20,4	7573,5
300	-32,7	-37,0	9679,4	-32,5	-38,2	8670,1	-31,9	-36,1	9676,7	-32,4	-36,1	9674,1
250	-43,7		10931,5	-43,2		10927,0	-42,6		10937,1	-43,0		10933,1
200	-56,2		12392,3	-55,8		12389,4	-55,5		12404,0	-56,4		12395,9
150	-70,4		14157,0	-69,9		14159,7	-70,1		14171,6	-70,7		14159,9
100	-80,7		16495,1	-81,7		16488,2	-80,1		16509,3	-77,6		16484,6
090	-76,6		17092,9	-77,2		17073,5	-76,7		17109,1	-72,3		17094,3
080	-72.9		17770,4	-71,5		17762,3	-71,9		17785,1	-68,5		17784,0
070	-67,0		13550,2	-66,0		18549,9	-65,6		18593,4	-60,9		18582,3

Tableau IV. — Gradients mensuels moyens de température à 0600 GMT.

Mois	Sol à 850	850 à 700	700 à 600	600 à 500	500 400	400 à 300	300 à 250	250 à 200	200 à 150	150 à 100	100 à 90	90 à 80	80 à 70	du sol à tropo-pause	N	Tropo-pause à 70 mb	N
Mai 1954	3,1	5,4	6,1	5,4	5,9	7,5	8,5	7,9	7,6	4,0	-2,8	-4,4	-4,1	6,5	9	-4,9	3
Juin 1954	1,0	5,4	5,4	4,9	6,3	7,8	7,6	6,9	3,7	3,7	-2,1	-5,3	-6,1	6,1	14	-5,3	8
Juillet 1954	-0,2	5,0	5,3	5,5	6,6	7,8	8,5	8,2	6,2	1,6	-3,4	-3,5	6,2	6,2	11	-4,4	1
Août 1954	1,8	3,9	6,8	5,3	6,2	7,6	8,9	8,4	6,3	1,3	-6,7	-3,3	-3,6	6,2	13	-5,8	2
Septembre 1954	4,2	4,5	6,3	5,8	6,2	7,4	8,2	8,5	7,2	2,4	-2,1	-1,0	-4,1	6,3	13	-3,5	4
Octobre 1954	4,3	5,1	6,1	5,7	6,2	7,3	8,6	8,7	8,5	4,0	-8,7	-1,9	-7,0	6,8	18	-7,0	11
Novembre 1954	3,7	5,7	6,0	5,3	6,1	7,4	8,4	8,9	7,9	4,0	-7,8	-2,9	-4,5	6,7	22	-6,4	13
Décembre 1954	4,1	5,4	6,0	5,2	6,1	7,6	8,2	8,7	7,5	5,1	-5,5	-2,5	-9,1	6,5	24	-6,8	14
Janvier 1955	3,4	5,7	6,1	5,8	6,3	7,4	8,8	8,6	8,0	4,4	-6,9	-5,4	-7,6	6,6	14	-7,5	10
Février 1955	2,6	5,6	6,8	5,2	6,0	7,6	8,5	8,6	8,0	5,1	-7,6	-8,4	-7,0	6,6	22	-8,0	12
Mars 1955	2,9	5,6	6,4	5,6	6,0	7,3	8,5	8,8	8,3	4,3	-5,7	-7,1	-7,8	6,6	21	-9,2	9
Avril 1955	2,3	6,1	6,1	5,1	6,2	7,4	8,4	9,2	8,1	3,0	-8,7	-5,5	-9,5	6,7	12	-7,8	2
Année	3,0	5,1	6,1	5,5	6,1	7,5	8,4	8,5	7,4	4,1	-6,3	-4,6	-5,9	6,5	193	-6,9	89

Tableau IV (*bis*). — Gradients mensuels moyens de température.

Mois	Sol à 850	850 à 700	700 à 600	600 à 500	500 à 400	400 à 300	300 à 250	250 à 200	200 à 150	150 à 100	100 à 90	90 à 80	80 à 70
Janvier 1954 1200 GMT	8,3	5,3	6,3	5,4	6,1	7,8	8,4	8,5	6,9	3,7	-8,4	-1,0	-1,2
Février 1954 1200 GMT	7,6	5,5	6,4	5,5	6,1	7,4	8,4	9,0	8,1	2,2	-6,5	-4,6	-5,6
Mars 1954 1200 GMT	8,4	5,4	7,0	4,8	5,9	7,5	8,5	8,7	8,3	4,5	-6,8	-5,9	-2,8
Mars 1954 0500 GMT	2,5	6,0	6,4	5,7	5,6	7,5	8,3	8,5	8,1	3,3	-4,8	—	—

Tableau V. — Altitude isotherme 0°C.
Moyennes mensuelles.

Mois	Altitude gpm	P mb.
Mai 1954	4.801 m	571
Juin	4.780 »	573
Juillet	4.792 »	572
Août	4.591 »	588
Septembre	4.670 »	584
Octobre	4.632 »	586
Novembre	4.623 »	584
Décembre	4.718 »	578
Janvier 1955	4.697 »	579
Février	4.625 »	584
Mars	4.720 »	578
Avril	4.772 »	580
Année	4.698 m	

Tableau VI. — Tropopause.
Tableau des moyennes mensuelles.

Mois	Altitude	Température	Pression	N
Mai 1954	16.031 m	— 80,3 °C	109 mb	9
Juin 1954	16.143 m	— 77,7 °C	108 mb	14
Juillet 1954	15.641 m	— 77,9 °C	116 mb	11
Août 1954	15.451 m	— 75,1 °C	120 mb	13
Septembre 1954	16.023 m	— 78,1 °C	109 mb	13
Octobre 1954	16.082 m	— 83,8 °C	107 mb	18
Novembre 1954	16.127 m	— 82,3 °C	107 mb	22
Décembre 1954	16.507 m	— 82,2 °C	100 mb	24
Janvier 1955	16.489 m	— 82,5 °C	100 mb	14
Février 1955	16.297 m	— 83,2 °C	104 mb	22
Mars 1955	16.284 m	— 83,0 °C	104 mb	21
Avril 1955	15.866 m	— 81,6 °C	112 mb	12
Année	16.133 m	— 81,2 °C	107 mb	193

Tableau VI (*bis*). — Comparaison des altitudes de 100 mb.
Graphiques et Calculées.

Mois	Jour	Altitude graphique	Altitude graphique 150 mb + couche 150-100 calculée	Différences absolues
Mai 1954	21	16.572 m	16.567 m	5 m
Juin 1954	10	16.609 m	16.608 m	1 m
Septembre 1954	16	16.495 m	16.496 m	1 m
Octobre 1954	15	16.457 m	16.458 m	1 m
Novembre 1954	8	16.469 m	16.471 m	2 m
Novembre 1954	18	16.489 m	16.485 m	4 m
Décembre 1954	4	16.519 m	16.526 m	7 m
Janvier 1955	14	16.571 m	16.569 m	2 m
Février 1955	15	16.520 m	16.521 m	1 m
Mars 1955	18	16.496 m	16.501 m	5 m
Avril 1955	27	16.598 m	16.601 m	3 m

Tableau VII. — Tropopause : Fréquence d'occurrence en pour-cent.

Température de la tropopause		Pression de la tropopause		Altitude de la tropopause	
T	%	P	%	H	%
jusqu'à 72,5	1,6	75 – 85 mb	1,6	14,5 – 14,9 km	1,6
72,6 – 77,5	16,6	86 – 95 mb	9,9	15,0 – 15,4 km	14,6
77,6 – 82,5	43,0	96 – 105 mb	34,4	15,5 – 15,9 km	23,4
92,6 – 87,5	34,2	106 – 115 mb	32,8	16,9 – 16,4 km	29,7
87,6	4,6	116 – 125 mb	18,2	16,5 – 16,9 km	25,5
		126 – 135 mb	3,1	17,0 – 17,4 km	4,2
				17,5 – 18,0 km	1,0

Tableau VIII. — Écarts quadratiques de température pour juillet et novembre 1954.

P	Juill.	N	Nov.	N	P	Juil.	N	Nov.	N	P	Juil.	N	Nov.	N
Sol	1,19	25	1,05	23	640	0,77	25	0,94	23	310	1,07	24	0,96	22
950	1,22		1,02		30	1,07		0,96		300	1,08		1,13	
40	1,27		0,94		20	1,04		0,95						
30	1,30		0,91		10	0,96		0,97		290	1,10		1,04	
20	1,42		0,90		600	1,01		1,05		80	1,12		1,25	
10	1,59		0,96							70	1,16		0,99	
900	1,57		1,02		590	0,97		0,98		60	1,33		1,01	
					80	1,02		0,80		250	1,28		1,19	
890	1,61		1,07		70	1,12		0,79		40	1,30		1,16	
80	1,78		1,08		60	1,24		0,78		30	1,47		1,33	
70	1,94		1,09		550	1,16		0,86		20	1,26		1,47	
60	1,93		1,16		40	1,10		0,75		10	1,56	24	1,49	
850	1,95		1,07		30	0,99		0,79		200	1,91	23	1,70	
40	1,88		1,11		20	0,94		0,81						
30	1,87		1,10		10	0,80		0,90		190	2,49		1,55	
20	1,65		1,04		500	0,83		0,91		80	2,26		1,74	
10	1,30		0,94							70	3,02		1,82	
800	1,20		0,88		490	0,90		0,94		60	2,45	23	1,95	
					80	0,97		0,83		150	2,41		1,87	
790	1,11		0,98		70	1,10		0,73		45	2,38		1,69	
80	1,08		0,96		60	1,15		0,72		40	2,46		1,80	
70	1,03		1,08		450	1,04		0,51		35	2,67	23	1,84	
60	0,95		1,12		40	1,06	25	0,51	23	30	3,03	22	1,74	
750	0,93		1,11		30	1,20	24	0,57	22	125	3,63	17	1,88	
40	0,94		1,10		20	1,11		0,71		20	3,69	15	1,91	
30	0,92		1,06		10	1,19		0,73		15	3,45	13	2,15	
20	0,90		1,11		400	1,25		0,76		10	2,56	10	2,43	
10	0,97		1,13							05	3,28	10	3,32	
700	0,98		1,13		390	1,15		0,71		100	3,34	10	3,61	
					80	1,14		0,85						
690	0,95		1,14		70	1,08		0,77		095	2,87	7	3,92	22
80	0,88		1,07		60	0,95		0,77		090	1,88	6	3,84	21
70	0,80		1,08		350	1,07		0,74		085	1,82	4	2,70	21
60	0,76		1,07		40	0,95		0,77		080	0,97	4	2,70	20
650	0,69	25	0,91	23	30	1,10		0,88		075	0,70	3	2,41	15
					20	1,08	24	0,99	22	070			2,48	13

Tableau IX. — Écarts quadratiques, moyennes, % des valeurs dans l'intervalle $T_m \pm 2\sigma$.

Saison des pluies				
Mb	σ	Tm	N	%
950	1,07	21,5	153	97,5
900	1,04	19,8	153	92,8
850	1,14	18,1	153	96,7
800	1,08	15,8	153	94,1
750	1,04	13,0	153	96,1
700	0,91	9,2	153	96,1
650	0,98	5,5	153	96,1
600	0,93	1,4	153	93,5
550	0,81	- 2,5	153	93,5
500	1,19	- 6,5	153	97,5
450	1,25	-11,2	153	96,7
400	1,15	-16,9	152	96,1
350	1,15	-23,8	151	94,0
300	1,59	-32,5	151	98,0
280	1,34	-36,5	151	96,7
260	1,31	-40,7	151	90,7
250	1,40	-43,2	151	94,7
240	1,43	-45,3	151	94,7
220	1,59	-50,4	151	93,4
200	1,75	-56,0	151	96,7
190	1,48	-58,6	149	92,6
180	1,79	-61,6	149	92,6
170	1,93	-64,3	148	97,3
160	2,03	-67,2	148	95,9
150	1,80	-70,1	148	93,9
140	2,12	-73,4	148	94,6
130	2,26	-75,8	147	95,9
120	2,48	-78,5	141	95,0
110	2,97	-80,6	137	95,6
100	4,40	-80,3	136	96,3
90	4,49	-75,6	121	98,3
80	4,04	-72,3	103	96,1
70	4,40	-67,3	71	95,8

Saison sèche				
Mb	σ	Tm	N	%
950	1,78	17,2	83	96,4
900	1,80	17,4	83	96,4
650	1,67	16,4	83	97,6
800	1,18	15,2	83	98,8
750	0,92	12,4	83	96,4
700	1,10	8,8	83	97,6
650	1,11	5,0	83	98,8
600	1,39	1,4	83	98,8
550	1,35	- 2,0	83	95,2
500	1,36	- 6,4	83	96,4
450	1,47	-11,5	83	95,2
400	1,41	-17,4	82	95,1
350	1,09	-24,4	80	95,0
300	1,31	-33,4	80	97,5
280	1,01	-37,4	79	92,4
260	1,33	-41,6	79	92,4
250	1,39	-44,1	79	97,5
240	1,50	-46,1	79	92,4
220	1,77	-50,9	78	96,4
200	2,14	-55,9	77	94,8
190	2,20	-58,2	77	94,8
180	2,00	-60,4	77	92,2
170	1,74	-62,7	77	88,3
160	1,43	-64,8	76	89,5
150	2,04	-67,4	74	91,9
140	2,18	-70,0	70	97,1
130	2,41	-72,7	66	97,0
120	2,09	-74,9	53	92,4
110	2,55	-75,4	40	90,0
100	2,18	-72,8	36	75,0
90	3,11	-70,8	22	86,4
80	3,30	-67,7	16	81,3
70	3,40	-64,5	15	100

Tableau X. — Fréquence d'occurrence en pour-cent (F). Saison des pluies.

950 mb			900 mb			850 mb			800 mb			750 mb			700 mb		
T	N	F	T	N	F	T	N	F	T	N	F	T	N	F	T	N	F
19,5	10	6,5	16,5	1	0,7	15,5	2	1,3	13,5	6	4,9	10,5	3	2,0	7,5	11	7,2
20,5	36	23,5	17,5	3	2,0	16,5	20	13,1	14,5	22	14,4	11,5	18	11,7	8,5	37	24,2
21,5	50	32,7	18,5	26	17,0	17,5	37	24,2	15,5	56	36,6	12,5	50	32,7	9,5	60	39,2
22,5	38	24,9	19,5	45	29,4	18,5	50	32,7	16,5	44	28,8	13,5	54	35,3	10,5	40	26,2
23,5	19	12,4	20,5	57	37,2	19,5	33	21,5	15,5	19	12,4	14,5	20	13,1	11,5	5	3,2
			21,5	17	11,1	20,5	10	6,5	18,5	6	3,9	15,5	8	5,2			
			22,5	4	2,6	21,5	1	0,7									

650 mb			600 mb			550 mb			500 mb			450 mb			400 mb		
2,5	1	0,7	– 0,5	5	3,2	– 5,5	2	1,4	– 9,5	6	3,9	–14,5	1	0,7	–19,5	3	2,0
3,5	4	2,6	0,5	39	25,5	– 4,5	11	7,2	– 8,5	12	7,8	–13,5	5	3,3	–18,5	28	18,4
4,5	33	21,6	1,5	61	39,9	– 3,5	43	28,1	– 7,5	34	22,2	–12,5	28	18,3	–17,5	45	29,4
5,5	49	32,0	2,5	37	24,2	– 2,5	55	35,9	– 6,5	57	37,3	–11,5	55	35,9	–16,5	44	28,9
6,5	53	34,6	3,5	10	6,5	– 1,5	38	24,8	– 5,5	31	20,3	–10,5	34	22,2	–15,5	22	14,5
7,5	12	7,8	4,5	1	0,7	– 0,5	4	2,6	– 4,5	12	7,8	– 9,5	19	12,4	–14,5	8	5,3
8,5	1	0,7							– 3,5	1	0,7	– 8,5	9	5,9	–13,5	2	1,3
												– 7,5	2	1,3			

350 mb			300 mb			250 mb			200 mb			150 mb			100 mb		
–27,5	1	0,7	–35,5	2	1,3	–47,5	1	0,7	-61,5	1	0,7	–76,5	1	0,7	–92,5	1	0,7
–26,5	4	2,6	–34,5	16	10,6	–46,5	2	1,3	–60,5	1	0,7	–75,5	2	1,3	–91,5	1	0,7
–25,5	21	13,9	–33,5	42	27,8	–45,5	11	7,3	–59,5	3	2,0	–74,5	4	2,7	–90,5	0	0
–24,5	49	32,4	–32,5	48	31,8	–44,5	33	21,9	–58,5	12	7,9	–73,5	4	2,7	–89,5	0	0
–23,5	46	30,4	–31,5	28	18,6	–43,5	49	32,4	–57,5	25	16,6	–72,5	15	10,1	–88,5	2	1,5
–22,5	22	14,6	–30,5	10	6,6	–42,5	28	18,5	–56,5	57	24,5	–71,5	26	17,6	–87,5	2	1,5
–21,5	6	4,0	–29,5	4	2,6	–41,5	16	10,6	–55,5	37	24,5	–70,5	26	17,6	–86,5	9	6,6
–20,5	1	0,7	–28,5	1	0,7	–40,5	9	6,0	–54,5	19	12,6	–69,5	26	17,6	–85,5	7	5,1
–19,5	1	0,7				–39,5	2	1,3	–53,5	10	6,6	–68,5	25	16,9	–84,5	9	6,6
									–52,5	4	2,6	–67,5	10	6,7	–83,5	7	5,2
									–51,5	2	1,3	–66,5	5	3,4	–82,5	17	12,5
												–65,5	4	2,7	–81,5	14	10,3
															–80,5	10	7,4
															–79,5	8	5,9
															–78,5	13	9,6
															–77,5	8	5,9
															–76,5	6	4,4
															–75,5	4	2,9
															–74,5	7	5,2
															–73,5	5	3,7
															–72,5	3	2,2
															–71,5	1	0,7
															–70,5	0	0
															-69,5	1	0,7
															–68,5	1	0,7

Tableau X (*suite*). — Fréquence d'occurrence en pour-cent (F). Saison sèche.

950 mb			600 mb			550 mb			800 mb			750 mb			700 mb		
T	N	F	T	N	F	T	N	F	T	N	F	T	N	F	T	N	F
12,5	1	1,2	11,5	2	2,4	12,5	1	1,2	12,5	2	2,4	9,5	1	1,2	6,5	3	3,6
13,5	4	4,8	12,5	1	1,2	13,5	5	6,0	13,5	6	7,2	10,5	1	1,2	7,5	12	14,5
14,5	3	3,6	13,5	4	4,8	14,5	10	12,0	14,5	23	27,7	11,5	18	21,7	8,5	31	37,3
15,5	9	10,8	14,5	9	10,8	15,5	18	21,7	15,5	32	38,6	12,5	36	43,4	9,5	23	27,7
16,5	17	20,5	15,5	15	18,1	16,5	14	16,9	16,5	16	19,3	13,5	22	26,5	10,5	10	12,1
17,5	15	18,1	16,5	19	22,9	17,5	15	18,1	17,5	2	2,4	14,5	4	4,8	11,5	4	4,8
18,5	18	21,7	17,5	13	15,7	18,5	15	18,1	18,5	2	2,4	15,5	1	1,2			
19,5	12	14,5	18,5	15	18,1	19,5	5	6,0									
20,5	4	4,8	19,5	4	4,8												
			20,5	1	1,2												

650 mb			900 mb			850 mb			500 mb			450 mb			400 mb		
2,5	1	1,2	- 1,5	4	4,8	- 5,5	1	1,2	- 9,5	2	2,4	-15,5	2	2,4	-20,5	4	4,9
3,5	8	9,6	- 0,5	5	6,0	- 4,5	1	1,2	- 8,5	11	13,3	-14,5	1	1,2	-19,5	6	7,3
4,5	16	31,3	/ 0,5	24	28,9	- 3,5	6	7,2	- 7,5	17	20,5	-13,5	11	13,3	-18,5	18	22,0
5,5	33	39,8	1,5	27	32,6	- 2,5	11	13,1	- 6,5	26	32,6	-12,5	23	27,7	-17,5	29	35,4
6,5	9	10,9	2,5	12	14,5	- 1,5	26	31,3	- 5,5	16	19,2	-11,5	23	27,7	-16,5	14	17,1
7,5	4	4,8	3,5	6	7,2	- 0,5	22	26,5	- 4,5	5	6,0	-10,5	11	13,3	-15,5	7	8,5
8,5	2	2,4	4,5	4	4,8	0,5	13	15,7	- 3,5	5	6,0	- 9,5	8	9,6	-14,5	2	2,4
			5,5	1	1,2	1,5	2	2,4				- 8,5	3	3,6	-13,5	2	2,4
						2,5	1	1,2				- 7,5	1	1,2			

950 mb			300 mb			250 mb			200 mb			150 mb			100 mb		
-26,5	7	8,7	-36,5	1	1,2	-47,5	1	1,3	-60,5	2	2,6	-72,5	1	1,4	-78,5	1	2,8
-25,5	27	33,8	-35,5	10	12,5	-46,5	6	7,6	-59,5	3	3,9	-71,5	4	5,4	-77,5	z	5,6
-24,5	25	31,2	-34,5	20	25,0	-45,5	18	22,8	-58,5	8	10,4	-70,5	7	9,5	-76,5	3	8,3
-23,5	16	20,0	-33,5	26	32,5	-44,5	25	31,6	-57,5	16	20,7	-69,5	8	10,8	-75,5	4	11,1
-22,5	4	5,0	-32,5	11	13,7	-43,5	14	17,7	-56,5	12	15,6	-68,5	10	13,5	-74,5	4	11,1
-21,5	0	0	-31,5	10	12,5	-42,5	12	16,1	-55,5	12	15,6	-67,5	15	20,2	-73,5	4	11,1
-20,5	1	1,3	-30,5	1	1,3	-41,5	1	1,3	-54,5	11	14,3	-66,5	14	18,9	-72,5	2	5,6
			-29,5	1	1,3	-40,5	1	1,3	-53,5	6	7,8	-65,5	4	5,4	-71,5	4	11,1
						-39,5	1	1,3	-52,5	3	3,9	-64,5	6	8,1	-70,5	5	13,9
									-51,5	3	3,9	-63,5	2	2,7	-69,5	3	8,3
									-50,5	1	1,3	-62,5	2	2,7	-68,5	1	2,8
												-61,5	0	0	-67,5	3	8,3
												-60,5	1	1,4			

Tableau XI. — Thermoisoplèthes.

	15°C	10	5	0	−5	−10	−15	−20	−25	−30	−35	−40	−45	−50
Mai 54	775	703	636	571	510	456	408	369	336	304	283	264	238	216
Juin	795	719	647	573	502	449	408	372	335	312	287	263	239	217
Juillet	798	720	660	572	512	465	423	384	351	321	295	275	248	227
Août	793	709	649	588	518	471	424	380	346	312	292	270	247	226
Septembre	808	711	646	584	512	473	425	380	341	312	292	267	244	224
Octobre	803	714	637	586	511	470	425	380	344	314	290	266	244	223
Novembre	792	716	650	584	513	460	415	376	342	313	287	263	241	221
Décembre	787	711	643	578	516	458	341	376	343	313	287	263	240	221
Janvier 55	778	706	639	579	514	460	418	379	345	315	289	266	244	223
Février	770	703	644	584	519	460	412	373	341	313	288	264	242	222
Mars	773	701	638	578	513	459	413	373	333	310	285	261	239	220
Avril	787	711	649	580	513	461	415	374	340	313	287	263	242	225

	−55	−60	−65	−70	−72	−74	−75	−76	−78	−80	−81	−81	−80	−78
Mai 54	196	177	159	141	134	128	125	121	110	—	—	—	—	105
Juin	195	175	155	136	129	122	118	112	—	—	—	—	—	—
Juillet	206	184	160	141	133	126	122	—	—	—	—	—	—	—
Août	206	186	162	140	133	121	—	—	—	—	—	—	—	—
Septembre	204	184	164	145	138	130	126	122	—	—	—	—	—	—
Octobre	205	187	170	155	148	141	138	134	127	121	—	—	099	095
Novembre	203	185	166	150	142	136	133	129	123	116	—	—	104	097
Décembre	202	183	164	146	140	133	130	126	119	114	—	—	097	091
Janvier 55	204	186	169	151	143	133	129	124	117	107	—	—	098	093
Février	203	184	167	150	142	135	132	129	121	113	107	096	094	091
Mars	202	184	167	150	143	136	133	130	123	115	—	—	099	093
Avril	205	187	169	153	145	138	134	130	122	—	—	—	—	—

	−76	−75	−74	−72	−70	−68	−66	−65
Mai 54	092	089	085	079	073	—	—	—
Juin	—	100	093	085	080	075	071	—
Juillet	—	109	107	102	095	085	077	074
Août	—	—	121	102	096	091	086	083
Septembre	107	103	097	087	077	(068)	—	—
Octobre	091	088	083	078	075	—	—	—
Novembre	093	091	088	083	076	070	—	—
Décembre	085	083	082	077	072	—	—	—
Janvier 55	088	086	083	078	074	071	—	—
Février	088	087	085	081	077	073	—	—
Mars	089	087	085	080	078	075	—	—
Avril	098	096	094	089	086	079	—	—

Tableau XII. — Atmosphère moyenne à Léopoldville.

P	t	td	t_u-t	T_u	H (gpm)	$\frac{dT_u}{dH}$	$\rho.10^3$c.g.s.
1.010,76	23,71	22,2	3,0	299,87	0,0		1,1743
1.010				299,82	6,6		1,1736
1.000				299,16	93,9		1,1645
990				298,50	181,9		1,1554
980				297,84	270,5		1,1463
970				297,18	359,9		1,1371
960				296,52	450,0	– 0,65	1,1279
950	20,1	18,6	2,6	295,86	540,8		1,1187
40	19,6	18,3	2,5	295,26	632,5		1,1091
30	19,3	17,8	2,5	294,96	724,9		1,0984
20	19,0	17,5	2,5	294,66	818,3	– 0,32	1,0877
10	18,8	17,1	2,4	294.36	912,5		1,0770
900	18,6	16,6	2,4	294,16	1000,8		1,0659
890	18,5	16,2	2,3	293,96	1104,0	– 0,21	1,0548
80	18,3	15,8	2,3	293,76	1201,3		1,0436
70	18,1	15,3	2,2	294,46	1299,5	– 0,30	1,0328
60	17,8	14,8	2,2	293,16	1398,9		1,0220
850	17,6	14,1	2,1	292,86	1499,3		1,0112
40	17,3	13,8	2,1	292,56	1600,7		1,0003
30	16,9	13,2	2,0	292,06	1703,2		0,9901
20	16,4	12,7	2,0	291,56	1806,8		0,9798
10	16,0	12,0	1,9	291,06	1911,5	– 0,48	0,9695
800	15,6	11,3	1,8	290,56	2017,3		0,9592
790	15,1	10,8	1,8	290,06	2124,3		0,9489
80	14,6	10,1	1,7	289,46	2232,4	– 0,55	0,9388
70	14,0	9,4	1,7	288,86	2341,7		0,9287
60	13,4	8,7	1,6	288,16	2452,2	– 0,63	0,9188
750	12,8	8,0	1,5	287,46	2563,8		0,9090
40	12,1	7,3	1,5	286,76	2676,7		0,8990
30	11,5	6,7	1,4	286,06	2790,8		0,8890
20	10,7	6,0	1,4	285,26	2906,2	– 0,69	0,8793
10	10,0	5,2	1,3	284,46	3022,9		0,8696
700	9,1	4,4	1,3	283,56	3140,9		0,8600
690	8,4	3,8	1,2	282,76	3260,3		0,8501
80	7,6	3,2	1,2	281,96	3381,0		0,8402
70	6,9	2,4	1,1	281,16	3503,2	– 0,65	0,8302
60	6,1	1,6	1,1	280,36	3626,9		0,8201

Tableau XII (*suite*). Atmosphère moyenne à Léopoldville.

P	t	td	t_u-t	T_u	H(gpm)	$\frac{dT_u}{dH}$	ρ. 10^3c.g.s.
650	5,4	– 0,8	1,0	279,56	3752,0		0,8100
40	4,6	0,1	1,0	278,76	3878,8		0,7999
30	3,8	– 0,7	1,0	277,96	4007,2	– 0,62	0,7896
20	3,0	– 1,6	0,9	277,06	4137,3		0,7796
10	2,2	– 2,4	0,9	276,26	4269,0		0,7693
600	1,5	– 3,4	0,8	275,46	4402,6		0,7588
590	0,7	– 4,1	0,8	274,66	4538,0	– 0,59	0,7484
80	– 0,7	– 5,0	0,8	273,86	4675,3		0,7378
70	– 0,7	– 5,9	0,7	273,16	4814,6		0,7270
60	– 1,5	– 6,8	0,7	272,36	4956,0	– 0,56	0,7163
550	– 2,3	– 7,5	0,7	271,56	5099,6		0,7056
40	– 3,0	– 8,8	0,6	270,76	5245,3		0,6948
30	– 3,8	– 9,8	0,5	279,96	5393,3		0,6840
20	– 4,6	– 10,8	0,5	269,06	5543,7	– 0,59	0,6733
510	– 5,5	– 11,7	0,5	268,16	5696,5		0,6626
500	– 6,4	– 12,7	0,5	267,26	5851,7		0,6518
490	– 7,4	– 13,3	0,5	266,26	6009,6	– 0,62	0,6411
80	– 8,3	– 14,4	0,4	265,26	6170,1		0,6304
70	– 9,3	– 15,5	0,4	264,26	6333,4		0,6196
60	– 10,3	– 16,7	0,4	263,26	6499,5		0,6087
450	– 11,3	– 18,0	0,3	262,16	6668,6		0,5980
40	– 12,4	– 10,1	0,3	261,06	6840,8	– 0,64	0,5872
30	– 13,5	– 20,3	0,3	259,96	7016,2		0,5767
20	– 14,6	– 21,5	0,3	258,86	7195,0	– 0,66	0,5653
10	– 15,8	– 22,5	0,3	257,66	7377,3		0,5544
					7563,2		0,5434
390	– 18,2	– 24,2	0,2	255,16	7752,9	– 0,69	0,5325
80	– 19,5	– 25,5	0,2	253,86	7946,6	– 0,71	0,5215
70	– 20,9	– 27,0	0,2	252,46	8144,3	– 0,71	0,5106
60	– 22,4	– 28,5	0,2	250,96	8346,3	– 0,74	0,4998
350	– 23,9	– 30,0	0,1	249,36	8552,7	– 0,78	0,4890
40	– 25,6	– 31,5	0,1	247,66	8763,7		0,4783
30	– 27,3	– 22,1	0,1	245,96	8979,5	– 0,79	0,4674
20	– 29,0	– 34,8	0,1	244,26	9200,4	– 0,80	0,4564
10	– 30,8	– 46,5	0,1	242,46	9426,7		0,4453
300	– 32,8	– 38,4	0,1	240,46	9658,6	– 0,84	0,4347
290	– 34,7			238,46	9896,4		0,4237

Tableau XII (*suite*). Atmosphère moyenne à Léopoldville.

P	t	T_u	t_u-t	td	H(gpm)	$\frac{dT_u}{dH}$	ρ. 10^3c.g.s.
80	– 36,8			236,36	10140,4	– 0,84	0,4127
70	– 38,9			234,26	10391,1		0,4015
60	– 41,0		0,0	232,16	10648,9	– 0,83	0,3902
250	– 43,2		»	229,96	10914,3		0,3787
40	– 45,5		»	227,66	11187,9	– 0,84	0,3673
30	– 48,0		»	225,16	11470,1		0,3559
20	– 50,5		»	222,66	11761,6	– 0,86	0,3442
10	– 53,1		»	220,06	12063,3		0,3325
200	– 55,8		»	217,36	12375,8		0,3206
190	– 58,4		»	214,76	12700,4	– 0,80	0,3082
80	– 61,0		»	212,16	13038,4		0,2956
70	– 63,7		»	209,46	13391,5	– 0,73	0,2828
60	– 66,4		»	207,76	13762,7		0,2696
150	– 69,1		»	204,06	14151,0		0,2561
45	– 70,5		»	202,66		– 0,68	
40	– 71,9		»	201,26	14560,5		0,2423
35	– 73,3		»	199,86			
30	– 74,7		»	198,46	14994,3		0,2282
125	– 76,1		»	197,06		– 0,56	
20	– 77,1		»	195,86	15456,3		0,2135
15	– 78,4		»	194,76		– 0,44	
10	– 79,5		»	193,66	15952,7		0,1979
05	– 79,1		»	194,06		Trop.	
100	– 78,6		»	194,56	16494,4		0,1791
95	– 77,3		»	195,86	16787,7	+ 0,58	0,1690
90	– 75,1		»	198,06	17099,6		0,1583
85	– 73,9		»	200,26	17433,2	+ 0,64	0,1479
80	– 70,6		»	202,56	17790,8		0,1376
75	– 68,4		»	204,76	18175,8	+ 0,56	0,1276
70	– 66,2		»	206,96	18591,8		0,1178
65	– 64,0		»	209,16	19043,5	+ 0,47	0,1082
60	– 61,7		»	211,46	19536,76		0,09886
55	– 59,5		»	213,66	20078,3	+ 0,39	0,08968
50	– 57,3		»	215,86	20677,9		0,08066
45	– 55,1		»	218,06	21347,7	+ 0,31	0,07186
40	– 52,8		»	220,36	22103,7		0,06324
35	– 50,6		»	222,56	22969,9	+ 0,24	0,05479
30	– 48,4		»	224,76	23979,8		0,04650

Tableau XIII. — Comparaison des valeurs ajustées, moyennes (Léopoldville) et standard I. C. A. O.

LÉOPOLDVILLE

P	Atmosphère standard moyenne ajustée ; février 1951				Moyenne d'une année sans ajustement mathématique ; mai 1954 à avril 1955				Atmosphère standard I. C. A. O.			P
	T	Tv	H	ρ	T	Tv	H	ρ	T	H	ρ	
1010	28,0	30,4	0	1.159								1010
1000	27,5	29,2	88	1.152					14,3	109	1.145	1000
950	25,0	27,2	541	1.102	20,1	541	1.119	11,5	538	1.097	1.097	950
900	22,4	24,6	1015	1.053	18,6	21,0	1008	1.067	8,6	986	1.049	900
850	19,8	21,7	1511	1.004	17,6	18,7	1499	1.011	5,5	1455	1.001	850
800	17,0	18,7	2032	955	15,6	17,4	2017	959	2,4	1947	952	800
750	14,0	15,5	2580	905	12,8	14,3	2564	909	− 1,0	2464	902	750
700	10,8	12,2	3160	855	9,1	10,4	3141	860	− 5,6	3010	852	700
650	7,5	8,7	3776	803	5,4	6,3	3752	810	− 8,3	3588	800	650
600	3,9	4,9	4432	752	1,5	2,3	4403	759	− 12,3	4204	749	600
550	− 0,1	0,9	5136	699	− 3,3	− 1,6	5100	707	− 16,6	4863	697	550
500	− 4,1	− 3,5	5895	646	− 6,4	− 5,9	5852	651	− 21,2	5572	644	500
450	− 8,6	− 8,3	6719	592	− 11,3	− 11,0	6669	598	− 26,4	6373	590	450
400	− 13,6	− 13,5	7624	537	− 16,9	− 15,7	7563	543	− 31,7	7182	537	400
350	− 19,1	− 19,1	8629	480	− 23,9	− 23,8	8553	489	− 37,7	8114	486	350
300	− 27,1	− 27,1	9758	425	− 32,8	− 32,7	9659	435	− 44,6	9161	432	300
250	− 36,8	− 36,8	11041	369	− 43,2	− 43,2	10914	379	− 52,3	10360	376	250
200	− 47,3	− 47,3	12551	308	− 55,8	− 55,8	12376	321	− 56,5	11783	317	200
150	− 60,0	− 60,0	14401	245	− 69,1	− 69,1	14151	256	− 56,5	14608	255	150
125	− 67,7	− 67,7	15516	212	− 76,1	− 76,1	—	221	− 56,5	15765	222	125
100	− 70,0	− 70,0	16820	177	− 78,6	− 78,6	16494	179	− 56,5	16180	187	100

T et T_u = °C. ρ = gr/m³.
H = gpm. P = mb.

BIBLIOGRAPHIE

1. P. V. GROSJEAN, L'atmosphère équatoriale moyenne au-dessus de Léopoldville (*Météo-Congo*, février 1951).
2. G. DUPONT et P. V. GROSJEAN, Atmosphère standard provisoire pour le Congo (*Météo-Congo*, N° 8, juillet 1952).
3. Max HINZPETER, Eine neue Radiosonde. — Weiterentwicklung der Wettersonde nach Graw (*Ann. Met.* 1951, Seite 393).
4. Jean LUGEON et Paul ACKERMANN, Bréviaire des erreurs de radiosondages (*Annales de la Station centrale suisse de Météorologie*, 1948).
5. Karl GOËDECKE, Die Strahlungsfehler der Bimetalle bei aerologischen Messgeräten (*Ann. Met.* 1949, Seite 18).
6. Karl ULRICH, Statistische Untersuchung des Strahlungsfehlers der Graw'schen Wettersonde (*Ann. Met.* 1949, Seite 25).
7. Bruno ABILD, Der Strahlungsfehler bei der Graw'schen Wettersonde (*Ann. Met.* 1949, Seite 28).
8. Max HINZPETER, Grundlagen der Temperaturkorrektion bei Aneroïdbarometern in Radiosonden (*Ann. Met.* 1950, Seite 49).
9. Werner SCHULZE, Zur Trägheit und Feuchtemessung des Gewalzten Haares nach Frankenberger (*Ann. Met.* 1952, Seite 25).
10. FRANKENBERGER, E., Neue trägheitsarme Messeelemente für Haarhygrometer (*Forsch. u. Er. Ber.* RWD, Reihe A, n° 26).
11. J. BOULLEAU et R. TROCHON, Météorologie générale. Tome I.
12. RIEHL, Tropical Meteorology (*Mc Graw-Hill*, New-York).
13. James M. HAVENS and Werner A. BAUM, Frequency Distributions of Predominant Tropopause Heights along 80° W. in Summer (*Bull. of Ann. Met. Society*, p. 89).
14. E. G. CHAMBERS, Calcul statistique pour débutants (Paris, 1948).
15. Bruno ROLF, Lancers de ballons-sondes d'Abisko de 1921 à 1929 (*Meddelanden Fran-Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt.* Band 5. n° 5, Stockholm, 1932).

TABLE DES FIGURES

1. Sondage du 29.7.1954 à 0600 GMT montrant l'inversion nocturne dans les basses en saison sèche 7

2. Sondage du 3.7.1954 à 0600 GMT 9

3. Sondage du 18.11.1954 à 0621 GMT réalisé pendant la pluie 10

4. Sondage du 28.1.1955 à 0608 GMT peu après la pluie 11

5. Sondage du 8.11.1954 à 0604 GMT peu avant la pluie 12

6. Sondage du 10.7.1954 à 0611 GMT, montrant une inversion sur 700 m au voisinage de l'isotherme 0°C 13

6*bis*. Sondage du 25.6.1954 à 0609 GMT 14

7. Sondage du 2.7.1954 à 0615 GMT montrant une variation particulière et exceptionnelle de température vers 200 mb 16

8*a*. Sondage couplé de deux sondes H48 du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation graphique de l'humidité en fonction du temps 18

8*b*. Sondage couplé de deux sondes H48 du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation graphique de la température en fonction du temps 18

8*c*. Sondage couplé de deux sondes H48 du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation graphique de la pression en fonction du temps 19

8*d*. Sondage couplé du 28.10.1954 à 1003 GMT. Représentation des T et des T*d* 20

9. Moyennes mensuelles de T et Td du mois de mai 1954 à 0600 GMT 22

10. Moyennes mensuelles du mois de juin 1954 à 0600 GMT 23

11. Moyennes mensuelles du mois de juillet 1954 à 0600 GMT. La courbe T*m* est encadrée des courbes T*m* + 26 et T*m* — 26 24

12. Moyennes mensuelles du mois d'août 1954 à 0600 GMT 25

13. Moyennes mensuelles du mois de septembre 1954 à 0600 GMT 26

14. Moyennes mensuelles du mois d'octobre 1954 à 0600 GMT 27

15. Moyennes mensuelles du mois de novembre 1954 à 0600 GMT 28

16. Moyennes mensuelles du mois de décembre 1954 à 0600 GMT 29

17. Moyennes mensuelles du mois de janvier 1955 à 0600 GMT 30

18. Moyennes mensuelles du mois de février 1955 à 0600 GMT 31

19. Moyennes mensuelles du mois de mars 1955 à 0600 GMT 32

20. Moyennes mensuelles du mois d'avril 1955 à 0600 GMT 33

21. Moyennes de l'année à 0600 GMT 35

22. Amplitudes annuelles 37

23*a*. Moyennes mensuelles de T, T*d* et H *gpm* aux niveaux standards 38

23*b*. Suite 1 39

23*c*. Suite 2 40

23*d*. Suite 3 41

24. Sondage du 8.1.1955 à 0600 GMT montrant l'inversion soudaine de T au niveau de la tropopause 43

25. Moyennes mensuelles de P. H. T. de la tropopause 45

26. Écarts quadratiques de température pour juillet et novembre 1954 47

27*a*. Fréquence d'occurrence % à 950 et 900 mb saison des pluies 50

27*b*. Fréquence d'occurrence % à 850, 800, 750 et 700 mb saison des pluies 50

27*c*. Fréquence d'occurrence % à 650, 600, 550 mb saison des pluies 51

27*d*. Fréquence d'occurrence % à 450, 400, 350 et 300 mb saison des pluies 51

27*e*. Fréquence d'occurrence % à 250, 200, 150 et 100 mb saison des pluies 51

27*f*. Fréquence d'occurrence % à 950 et 900 mb saison sèche 52

27*g*. Fréquence d'occurrence % à 850, 800, 750 et 700 saison sèche 52

27*h*. Fréquence d'occurrence % à 650, 600, 550 et 500 mb saison sèche 52

27*i*. Fréquence d'occurrence % à 450, 400, 350 et 300 mb saison sèche 53

27*j*. Fréquence d'occurrence % à 250, 200, 150 et 100 mb saison sèche 53

28. Carte des isoplèthes (région intertropicale) 54

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 3

2. Méthode de travail 5

3. Aspect général des sondages 6

4. Moyennes mensuelles, moyenne annuelle, amplitude 21

5. Les niveaux standards 36

6. Isotherme O°C 41

7. Tropopause et stratosphère 42

8. Variance, écarts quadratiques, fréquence d'occurrence 46

9. Isoplèthes 53

10. Atmosphère moyenne à Léopoldville 54

Tableaux 58

Bibliographie 75

Table des figures 77

Table des matières 79