

Académie royale
des
Sciences coloniales

—
CLASSE
DES SCIENCES TECHNIQUES

—
Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome II, fasc. 1.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen

—
KLASSE
DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

—
Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek II, alev. 1.

Le rayonnement sur des plans verticaux à Léopoldville (CONGO BELGE)

PAR

M. DECOSTER

MÉTÉOROLOGISTE ASSISTANT DU BUREAU DE RAYONNEMENT
DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE

W. SCHUEPP

CHEF DU BUREAU DE RAYONNEMENT DU SERVICE
MÉTÉOROLOGIQUE

N. VANDER ELST

DIRECTEUR DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CONGO BELGE
ET DU RUANDA-URUNDI
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

Cette nouvelle série constitue la suite
de la collection de *Mémoires in-8°*,
publiée par l'Institut Royal Colonial
Belge de 1929 à 1954.

Deze nieuwe reeks is de voortzetting
der verzameling van de *Verhandelingen
in-8°*, uitgegeven door het Koninklijk
Belgisch Koloniaal Instituut van 1929 tot
1954.



Avenue Marnix, 25
BRUXELLES

Marnixlaan, 25
BRUSSEL

—
1955

PRIX : F 120
PRIJS:



Le rayonnement sur des plans verticaux à Léopoldville

(CONGO BELGE)

PAR

M. DECOSTER

MÉTÉOROLOGISTE ASSISTANT DU BUREAU DE RAYONNEMENT
DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE

W. SCHUEPP

CHEF DU BUREAU DE RAYONNEMENT DU SERVICE
MÉTÉOROLOGIQUE

N. VANDER ELST

DIRECTEUR DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CONGO BELGE
ET DU RUANDA-URUNDI
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

Mémoire présenté à la séance du 29 avril 1955.

Le rayonnement sur des plans verticaux à Léopoldville (Congo belge)

INTRODUCTION

1. Les ingénieurs et les architectes utilisent couramment, dans les problèmes de climatisation et de conditionnement d'air, certaines tables donnant la quantité de chaleur apportée sur les toits et les murs par le rayonnement solaire. Les meilleures de ces tables générales contiennent l'énergie due à l'insolation directe et au rayonnement diffusé dans toutes les directions par le ciel. Elles sont basées sur des données moyennes connues avec plus ou moins de précision dont on tire, par des hypothèses *ad hoc*, les valeurs à introduire dans les problèmes techniques. Le guide de l'ASHVE [10] ⁽¹⁾ (*American Society of Heating and Ventilating Engineers*) qui rassemble une imposante quantité de données numériques, de formules et de méthodes de calcul pour la technique des projets de conditionnement d'air, se trouve cependant réduit à donner des tables fort simplifiées et standardisées, établies par MOON [9] et valables aux États-Unis aux environs de la latitude de 40 degrés. Les valeurs pour d'autres latitudes du monde s'en tirent par le calcul en tenant compte seulement des éléments géométriques de la question : azimuth et hauteur du soleil. Cet ouvrage remarquable, qui tente avec succès d'être à la fois rigoureux, complet et pratique, attire l'attention des usagers sur le caractère

(1) Les chiffres entre crochets droits [] renvoient à la bibliographie, p. 19.

variable des hypothèses faites dans les renseignements numériques qu'il donne sur le rayonnement ; il signale combien le trouble atmosphérique peut modifier ceux-ci et indique le peu de données systématiques concernant le rayonnement du ciel.

Dans divers pays, des tables locales sur des mesures actuelles ont été calculées ; en Belgique, par exemple, NICOLET, BOSSY et DOGNIAUX [2] [3] [4] [5] ont établi des valeurs numériques pour le pays. Le guide ASHVE et les travaux spéciaux de cette association restent cependant les sources habituelles de référence pour beaucoup de techniciens ; c'est certainement le cas au Congo belge.

En 1940, notre éminent confrère E.-J. DEVROEY publiait, dans les *Mémoires in-8° de l'I.R.C.B.* [11], une étude importante intitulée *Habitations coloniales et conditionnement d'air sous les tropiques*. Dans la partie consacrée à l'échauffement des bâtiments par le rayonnement solaire, il avait tiré toutes les conclusions possibles découlant des considérations théoriques et de certaines données expérimentales relevées en région tempérée. Il avait aussi fait déjà remarquer (page 83) la croissance appréciable du rayonnement global avec la nébulosité quand cette dernière n'est pas trop forte. Enfin, il ajoutait (page 87) :

« En attendant que des observations systématiques de la radiation calorifique puissent être prises en considération au Congo sur la variation annuelle et diurne du rayonnement pour des orientations suivant les quatre points cardinaux et les directions intermédiaires, nous devons nous abstenir de formuler des règles définies sur la meilleure exposition à recommander théoriquement pour le tracé des avenues et l'orientation des maisons en Afrique tropicale. »

Nous publions aujourd'hui des résultats expérimentaux qui, nous l'espérons, répondent à cette attente. Ils proviennent de notre observatoire de rayonnement de Binza (Léopoldville) et nous avons pensé qu'il serait intéressant de discuter sommairement les différences

qu'ils font apparaître entre la réalité et les valeurs calculées d'après les tables ASHVE pour Léopoldville.

Nous comptons préparer ainsi, au fur et à mesure du développement des travaux de rayonnement du service, des tables pour les principales régions de la Colonie.

* * *

2. La présente étude donne l'apport calorifique du rayonnement solaire sur des *surfaces exposées librement*. La durée de l'ensoleillement n'a pas été prise en considération et les valeurs numériques sont donc des *apports instantanés* de chaleur. Elles doivent permettre aux architectes de calculer, pour n'importe quelle orientation de leurs plans verticaux, la quantité de chaleur tombant par unité de temps à un instant donné du jour et de l'année, sur une surface unité. L'influence de l'ombrage sera estimée au moyen des formules (3), (4), et des tableaux 1, 2 et 3 qui représentent les bases à partir desquelles les autres tableaux ont été calculés.

Il est essentiel ici de rappeler que dans les régions équatoriales, l'énergie du rayonnement diffusé par les nuages et le ciel est aussi importante que celle qui provient du rayonnement solaire *direct*. Il n'en est pas de même dans les régions tempérées où une approximation — disons à 20 % près, par exemple — peut être obtenue par la seule connaissance du rayonnement direct. Nous considérons donc ici le rayonnement global, somme des rayonnements direct et diffusé.

Nous avons calculé les tables qui suivent sur plus de deux années d'observations continues effectuées avec un équipement de haute précision [1]. Nous donnons les apports de chaleur sur 8 plans verticaux orientés dans les azimuths principaux : N, NE, E, SE, S, SW, W et NW.

Le grand nombre de mesures disponibles nous a permis de grouper celles-ci pour considérer deux conditions

météorologiques bien distinctes : celle de *très beau temps* et celle de *temps moyen*. Sous le premier vocable, nous utilisons les valeurs moyennes des journées de nébulosité quasi nulles. Ce ne sont donc pas des valeurs exceptionnelles : elles pourront être fortement dépassées pendant de courts instants ; mais si nous ne considérons que les valeurs persistant pendant plus d'une heure, ce seront bien ces jours à très faible nébulosité qui donneront les apports maxima. Comme l'indiquait déjà E.-J. DEVROEY [11], on sait en effet que la réflexion supplémentaire très vive que produisent les nuages cumuliformes, quand ils ne cachent pas le soleil, augmente sensiblement le rayonnement global.

Sous le terme *temps moyen*, nous utilisons les données moyennes mensuelles tirées du travail de G. DUPONT et W. SCHUEPP [1] ⁽¹⁾.

* * *

3. L'énergie rayonnée par le soleil et tombant par unité de surface et par unité de temps sur notre planète, c'est-à-dire *la constante solaire*, vaut environ 2,00 cal/min cm² en décembre et 1,88 cal/min cm² en juin. Si nous adoptons ces valeurs et que nous calculions sur cette seule base, avec les données géométriques correspondant à Léopoldville, l'apport sur des plans situés à la surface de la terre, nous obtiendrions des résultats qui ne correspondraient pas à la réalité. Il y a en effet une atmosphère qui affaiblit ce rayonnement initial, soit par absorption, soit par diffusion (eau, ozone, anhydride carbonique, particules en suspension et diffusion moléculaire). Ces phénomènes ne sont d'ailleurs pas constants : ils varient plus ou moins irrégulièrement selon l'origine de l'air qui

⁽¹⁾ Le rayonnement moyen pour temps moyen est une donnée très variable d'une année à l'autre, les écarts étant de l'ordre de 15 %. La variabilité est moindre pour le très beau temps : écarts de 10 % environ.

recouvre une région, et les variations de ce trouble atmosphérique peuvent entraîner des variations importantes dans l'énergie qui arrive jusqu'au sol. De plus, l'affaiblissement que subit le rayonnement solaire va dépendre encore, et fortement, de l'épaisseur de la couche d'air qu'il traverse (*masse d'air*) ; aussi l'énergie tombant au sol dépend-elle beaucoup de l'angle de hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. C'est ainsi qu'à Léopoldville un mur orienté à l'Est recevrait le matin, au moment où la hauteur du soleil est égale à la latitude du lieu ($4^{\circ}30'$), une énergie de 1,96 calories par centimètre carré et par minute *s'il n'y avait pas d'atmosphère*, alors qu'en réalité il n'en reçoit qu'une quantité variable entre zéro et 0,075 cal/min cm².

Le trouble atmosphérique, fortement influencé par les particules de poussière ou de fumée mises en suspension dans l'air par les phénomènes naturels ou par l'industrie de l'homme, est une donnée locale, affectée en outre bien souvent d'une forte variation saisonnière. Les tables basées sur des mesures réelles en tiennent donc compte avec beaucoup plus de sûreté que les estimations difficiles et aléatoires sur lesquelles les mémoires de l'ASHVE attirent l'attention des architectes pour leur recommander la circonspection. Nos tables donnent un ensemble complet des valeurs réelles de l'énergie reçue au sol, à Léopoldville.

* * *

Mesures et méthodes de calcul.

Soient G le rayonnement global et H le rayonnement diffusé du ciel et des nuages, tous deux tombant par unité de temps sur une surface horizontale unité. Pour le groupe de *temps moyen*, ils sont donnés par des mesures continues portant sur plusieurs années. Pour le *très*

beau temps, ils sont obtenus pendant des journées à très faible nébulosité. Si

$$G - H = S \quad (1)$$

désigne le rayonnement direct du soleil tombant sur une surface horizontale, le rayonnement direct J tombant sur une surface *normale* au rayon de soleil est donné par

$$J = \frac{S}{\sin h_0} \quad (2)$$

où h_0 est la hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon.

$$\sin h_0 = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \quad (3)$$

avec

φ = latitude géographique

δ = déclinaison du soleil

t = angle horaire du soleil.

Les valeurs instantanées de J sont donc calculées facilement ⁽¹⁾. Sur une surface verticale quelconque, perpendiculaire à une direction d'azimuth A , le rayonnement solaire direct apporte une énergie

$$J_A = J \cos h_0 \cos (A - A_0) \quad (4)$$

variable avec la hauteur h_0 et l'azimuth A_0 du soleil qui est donné par

$$\sin A_0 = \frac{\cos \delta \sin t}{\cos h_0} \quad (2) \quad (5)$$

Le ciel envoie une quantité supplémentaire. En faisant abstraction du rayonnement circumsolaire (difficile-

⁽¹⁾ Pour les faibles hauteurs du soleil, la précision sur J est faible et il a été nécessaire d'estimer graphiquement les valeurs, mais de sorte que les valeurs de G et de H n'ont dû être corrigées que dans les limites de la précision des mesures.

⁽²⁾ C'est sur la base de cette formule que NICOLET et BOSSY [2] [3] ont établi l'intensité du rayonnement direct du soleil sur des plans verticaux en Belgique. Dans ce qui suit, nous poussons notre recherche plus loin en tenant compte aussi du rayonnement diffusé du ciel, ce que NICOLET et DOGNIAUX [4] [5] n'ont fait jusqu'ici que pour la composante « horizontale » du rayonnement en Belgique.

ment calculable), et en considérant le ciel comme radiateur uniforme, cette énergie se réduit à $H/2$. Toute surface verticale, se trouvant face à un horizon bien dégagé, voit en effet la moitié de l'hémisphère du ciel ⁽¹⁾.

Pour une face ne recevant pas de rayonnement direct du soleil, l'erreur relative ainsi introduite peut être assez grande par beau temps, mais, en valeur absolue, la différence est peu appréciable, vu la valeur assez faible de H . Le résultat total est donc obtenu par

$$G_A = J \cos h_0 \cos (A - A_0) + \frac{H}{2} \quad (6)$$

Dans tous les tableaux et graphiques, l'heure considérée est l'heure solaire. Elle peut être aisément ramenée à l'heure civile moyennant une correction variable au cours de l'année, qui est d'ailleurs assez faible à Léopoldville (voir tables astronomiques comme la *Connaissance des Temps* ou le *Nautical Almanach*).

* * *

Résultats.

Dans les tableaux 1, 2 et 3 figurent les valeurs instantanées moyennes du rayonnement global G , du ciel H et du soleil J par très beau temps et par temps moyen. Pour la représentation détaillée de leur évolution, le lecteur est renvoyé à [1].

Les données astronomiques (latitude φ , hauteur du soleil h_0 , déclinaison δ et angle horaire t) fournissent les

⁽¹⁾ Les mesures point par point de la luminosité du ciel en Europe prouvent que l'intensité d'un ciel couvert est maxima au zénith et diminue à 35 % de sa valeur zénithale quand on atteint l'horizon [6]. [7]. Quelques mesures à Léopoldville confirment cette observation pour la partie visible du spectre (400 à 700 μ) [1]. On pourrait tenir compte de cette variation en prenant 0,36 H au lieu de $H/2$, dans l'expression (6), mais pour un ciel sans nuages, le maximum de la luminosité n'est plus au zénith; de plus, la réflexion par le sol augmente l'intensité reçue par un plan vertical, or elle n'est pas prise en considération. Nous conservons donc $H/2$ comme étant une approximation suffisante.

valeurs de A_0 et nous possédons ainsi tous les éléments nécessaires pour le calcul de G_A .

Les tableaux 4 à 15 donnent les valeurs instantanées moyennes mensuelles de l'énergie rayonnée totale tombant sur des surfaces verticales orientées E, SE, S, SW, W, NW, N et NE, par très beau temps et par temps moyen. Les graphiques qui suivent retracent l'évolution de ces données.

Les graphiques 1 et 4 donnent, pour les mois de mars (équinoxe), juin (solstice), septembre (équinoxe) et décembre (solstice), les valeurs instantanées moyennes du rayonnement pour une journée de très beau temps. Notre définition du très beau temps entraîne évidemment une symétrie quasi complète pour les surfaces E et W, NW et NE, SE et SW ; quant au N, il reçoit beaucoup d'énergie au solstice d'hiver (juin), alors que pour le S, c'est au solstice d'été (décembre) qu'il a son maximum.

Les courbes pour mars et septembre sont similaires, mais les intensités sont très différentes. En septembre, la brume sèche absorbe une quantité considérable du rayonnement, réduisant ainsi les intensités par rapport à celles du mois de mars, en saison des pluies.

Dans les graphiques 5 à 8 figurent les mêmes données par temps moyen. Un décalage entre les courbes E et W, NE et NW, SE et SW se manifeste. Il est dû à la variation moyenne de la nébulosité pendant la journée. G. DUPONT et W. SCHUEPP [1] montrent en effet que la nébulosité moyenne est beaucoup plus forte le matin que l'après-midi ; il s'ensuit que les faces E, NE et SE reçoivent respectivement moins d'énergie que W, NW et SW. Remarquons aussi que la courbe minimum (N ou S) présente son maximum avant 12 h solaire. Ces courbes, représentant le rayonnement reçu par une surface qui n'est pas exposée directement au soleil, retracent la variation de $H/2$ et ce phénomène s'explique, lui aussi, par la différence de nébulosité moyenne [1].

A titre de comparaison, le graphique 9 donne le rayonnement reçu par des plans verticaux dans le cas hypothétique où il a été fait abstraction de l'atmosphère. H est donc nul et l'intensité reçue par face normale au soleil est égale à la constante solaire. Le cas envisagé ici correspond au mois de mars, le soleil étant au-dessus de l'équateur et Léopoldville à 4°30' de latitude, une face S ne reçoit aucune énergie solaire directe.

L'absence de rayonnement du ciel explique, dans ce cas hypothétique, que pour chaque plan, le rayonnement est nul soit le matin, soit l'après-midi, exception faite pour la face N qui voit le soleil pendant toute la journée sous un angle très faible. Il est difficile de trouver une ressemblance entre ces données théoriques et les données réelles représentées au graphique 6.

Les énergies instantanées qui précèdent nous ont permis de calculer les valeurs ayant une importance pratique directe, notamment les moyennes mensuelles du rayonnement total en kcal tombant par jour sur une surface de 1 m² (abrév. : kcal/m²d).

Le tableau 16 groupe les résultats pour une surface horizontale et les 8 surfaces verticales.

Les graphiques 10 à 14 reprennent ces grandeurs.

1. *Plan horizontal (graphique 10).*

Comme à aucun moment de l'année le soleil ne reste bas sur l'horizon de Léopoldville, c'est évidemment le plan horizontal qui recevra la plus grande quantité d'énergie : G de 6.340 à 4.100 kcal/m²d par très beau temps et de 4.660 à 3.080 kcal/m²d par temps moyen. Les minima se présentent en saison sèche (juin, juillet et janvier), les maxima en mars et en novembre.

Notons qu'en Belgique [4] les chiffres correspondants pour le plan horizontal par très beau temps sont 6.800 et 800 kcal/m²d et par temps moyen de 3.900 et 420 kcal/m²d.

2. *Plans verticaux par très beau temps*
(graphiques 11 et 12).

La symétrie des valeurs du rayonnement de part et d'autre de 12 h enregistrées par très beau temps, explique la faible différence entre les courbes de rayonnement total des plans E et W, NW et NE, SW et SE.

Les directions NE et NW, E et W, ainsi que SE et SW, reçoivent pratiquement la même somme journalière de rayonnement H à cause de la position de Léopoldville, proche de l'équateur. Les orientations N et S ont une variation inverse ; mais on reconnaît clairement que le maximum S de décembre est nettement plus fort que le maximum N. Ce dernier d'ailleurs a lieu en mai au lieu d'arriver à la date du solstice, car le fort trouble atmosphérique de la saison sèche abaisse nettement les intensités de juin à septembre et pendant le mois de janvier. La variation annuelle des orientations NE et SE ressemble beaucoup à celle de E ; celle des orientations SW et NW à celle de W.

3. *Plans verticaux par temps moyen*
(graphiques 13 et 14).

Ces graphiques nous révèlent une allure complètement différente de celle du groupe du très beau temps. Ce sont les plans N et NW qui reçoivent plus que les plans S et SW ; mais les maxima sont décalés par rapport aux solstices. Pour les directions N et NW, ils tombent au mois de mai à cause du trouble atmosphérique ; pour les directions S et SW, ils tombent au mois de novembre pour la même raison.

Si, par très beau temps, NE, E et W, et SE et SW, étaient équivalents, ce n'est plus du tout le cas par temps moyen. En effet les directions NE, E et SE reçoivent nettement moins de rayonnement que les plans orientés vers SW, W et NW. Ainsi le maximum de la nébulosité le matin influence fortement le rapport entre les diffé-

rentes orientations. Si les sommes journalières pour les plans orientés vers les NE, E et SE ne varient qu'entre 1.000 et 1.800 kcal/m²d au cours de l'année, les plans orientés vers les SW, W et NW reçoivent entre 1.100 et 2.300 kcal/m²d. Ceci est une augmentation de 20 % en moyenne et donne une variation nettement accentuée. De plus, les maxima des NW et SW tombent en pleine saison des pluies où la température est maximum également, ce qui défavorise ces plans encore davantage vis-à-vis des autres pour les problèmes de construction.

Comparons à nos valeurs réelles les énergies reçues par les plans dans l'hypothèse d'une atmosphère non existante. Nous trouvons (en kcal/m²d) pour le mois de mars :

	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
Très beau temps	2040	2450	1780	555	1845	2540	2110	920
Temps moyen	1610	1720	1520	1180	1700	2250	2020	1340
Sans atmosphère	3440	4510	2950	0	2950	4510	3440	650

Les valeurs trouvées en supprimant l'influence de l'atmosphère sont donc en général loin de la réalité. L'absorption par l'atmosphère est tellement grande que même en ajoutant $H/2$, le rayonnement réellement reçu à la surface de la terre est beaucoup plus faible qu'il ne le serait hors de l'atmosphère, sauf dans le cas où le mur ne voit pas le soleil, ou ne le voit que sous un angle très faible. Dans ces circonstances (les surfaces S et N dans notre exemple), H est plus fort que le rayonnement direct du soleil et les quantités d'énergie réellement reçues sont les plus grandes par temps moyen.

Comment ces résultats se comparent-ils aux valeurs données dans le guide ASHVE ? Nous avons reproduit pour quelques hauteurs du soleil, dans le tableau ci-dessous, les énergies mesurées à Léopoldville et énergies indiquées par le guide, après avoir transformé ces dernières en cal/min cm² par la relation 1 Btu/hour square foot = 0,00452 cal/min cm².

TABLEAU COMPARATIF.

Hauteur soleil	Atmosphère claire (Léo. : saison des pluies)				Atmosphère industrielle (Léo. : saison sèche)					
	millical/cm ² min				millical/cm ² min					
dégrés	ASHVE direct normal	Léo. direct normal	ASHVE Diffus. N	S	Léopold- ville diff. H/2	ASHVE direct normal	Léo. direct normal	ASHVE Diffus. N	S	Léopold- ville diff. H/2
5	303	250	27	18	20	154	45	18	23	12
10	556	410	50	36	35	262	115	36	41	35
20	891	700	68	59	55	466	275	59	77	75
30	1062	925	77	77	75	615	430	81	106	105
45	1203	1125	86	104	90	746	610	95	140	150
60	1279	12225	95	122	100	818	780	99	167	175
90	1329	1270	—	—	100	901	950	—	—	210

L'ASHVE écrit (éd. 1952) au sujet de ses données :

« Day-to-day changes in amount of dust and water vapour in the atmosphere cause large differences in solar intensity values observed on cloudless days... on the other hand, values approaching or exceeding those for a clear atmosphere are often encountered... Considerable judgement, therefore, is required in selecting solar intensity values for design purposes. »

Ajoutons que PARRY-MOON [9] dont les travaux sont à la base de la table ASHVE, calcule les énergies à partir d'une valeur moyenne de la constante solaire de $1,896 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$ et d'une atmosphère dont le trouble est défini par : pression atmosphérique 760 mm, quantité (pression) d'eau précipitable 20 mm, poussières 300 particules par cm^3 , pression d'ozone 2,8 mm. Ceci correspond à la partie « atmosphère claire » des tables ASHVE. La partie « atmosphère industrielle » est relative à des mesures faites aux États-Unis et que nous comparons à l'atmosphère de saison sèche à Léopoldville.

Les colonnes marquées « direct normal » donnent le rayonnement direct du soleil tombant par unité de temps sur une surface normale au rayon. Celles marquées N et S donnent le rayonnement diffusé tombant sur des surfaces verticales orientées Nord et Sud. Les colonnes « Léo. diff. H/2 » correspondent au rayonnement diffusé tombant sur des plans verticaux à Léopoldville quelle que soit leur orientation. Les valeurs données pour Léopoldville sont les moyennes arithmétiques du matin et de l'après-midi, pour le cas de *très beau temps*. Pour le rayonnement diffusé par le ciel et tombant sur un plan vertical, remarquons que la table américaine différencie les cas suivant l'azimuth du plan. Or cette variation avec l'azimuth n'est sensible que pour un ciel clair ; elle n'existe que peu ou pas du tout lorsqu'il y a des nuages en quantité assez grande, ce qui est le cas à Léopoldville. Enfin, il n'y a pas encore suffisamment de mesures de la distribution de l'intensité rayonnée par

le ciel en régions équatoriales, aussi nous sommes-nous contentés de prendre $H/2$ pour tous les plans verticaux quelle que soit leur orientation. Pour une comparaison sommaire entre les valeurs de la table précédente et $H/2$, on prendra la moyenne entre N et S. Notons encore que les valeurs ASHVE sont calculées pour un ciel sans nuage (*clear*) et correspondent donc à notre groupe de *très beau temps*. On constate alors :

1) Que la table ASHVE est établie pour un cas de nébulosité extrêmement rare à Léopoldville où des voiles de nuages élevés sont souvent présents même quand le ciel semble à première vue complètement serein ;

2) Que dans le premier groupe (atmosphère claire), les valeurs ASHVE tant pour le rayonnement direct que pour la moyenne du diffusé, correspondent assez bien, quant à l'allure générale, à celles de Léopoldville par *très beau temps* en saison humide. Ces dernières sont cependant systématiquement plus faibles que celle de l'ASHVE, la différence atteignant 26 % pour une hauteur solaire de 10 degrés. Ceci est dû à l'absorption par la vapeur d'eau, la quantité d'eau (*precipitable water*) à cette saison étant plus près de 40 mm que des 20 mm de l'hypothèse de MOON ;

3) Que dans le deuxième groupe (atmosphère industrielle), les valeurs ASHVE varient avec la hauteur solaire d'une manière nettement différente de celles de Léopoldville en saison sèche. Ceci tient avant tout à la différence de nature entre les deux troubles atmosphériques qui caractérisent les données américaines (fumées industrielles, particules hygroscopiques) et les nôtres (brume sèche). Pour le rayonnement direct, les valeurs de Léopoldville sont d'abord plus faibles que celles d'ASHVE, puis les dépassent pour de fortes hauteurs du soleil. Pour le rayonnement diffusé au contraire, les deux séries de valeurs sont à peu près parallèles et du même ordre de grandeur ;

4) Qu'en conclusion, si l'on appliquait la table ASHVE au lieu de nos valeurs mesurées, on aurait, pour le cas de très beau temps :

a) Des valeurs trop fortes de 5 à 10 % environ pour février, mars, avril, octobre, novembre et décembre, c'est-à-dire en saison des pluies ;

b) Des valeurs trop fortes de 50 % pour le soleil bas, pratiquement justes vers 60 degrés et de 5 % trop faibles pour un soleil plus haut que 60 degrés, en juin, juillet, août et septembre, c'est-à-dire en saison sèche ;

c) Des valeurs pratiquement correctes en janvier et en mai, saisons intermédiaires.

* * *

Conclusions.

L'orientation d'un bâtiment en région équatoriale est d'une très grande importance. Déjà à la latitude de Léopoldville, la symétrie des directions N et S n'est plus gardée ni pour très beau temps, ni pour temps moyen. Le rayonnement du ciel est grand, au point que les murs orientés à l'opposé du soleil, par temps moyen, reçoivent déjà à peu près la moitié du rayonnement reçu par un plan *perpendiculaire* au soleil. La variation journalière de la nébulosité à Léopoldville a pour effet que tous les murs exposés au soleil matinal (NE, E, SE), reçoivent beaucoup moins de rayonnement que les murs orientés vers SW, W et NW. Ceci est valable certainement pour toute la région côtière. A l'intérieur de la cuvette centrale, la différence entre le matin et le soir (E et W) devient moins importante, mais elle existe encore à Stanleyville, comme nous le montrerons dans une prochaine publication.

Disons un mot de la question de luminosité dont les architectes consciencieux ont à tenir compte pour la

disposition des fenêtres. Bien que la luminosité ne concerne que la moitié du spectre calorifique du soleil, il est permis pour beaucoup d'études d'employer pour le calcul de la lumière à l'intérieur des habitations les mêmes diagrammes en utilisant le facteur de conversion

$$1 \text{ mcal/m}^2 \text{ min} = 75,4 \text{ lux.} \quad (8)$$

* * *

Il nous est un devoir agréable de remercier M. Georges DU SOLEIL pour le calcul des nombreux tableaux auxiliaires.

Summary.

The heat intensity of direct and diffuse solar radiation on a vertical plane in various orientations at Leopoldville (4° S latitude) is computed from radiation measurements of total radiation G, and sky radiation H, only. The diagrams show that even for fair weather conditions the astronomical values give an erroneous picture, and that for mean weather conditions there is no correlation at all between astronomical and observed values. The position of Leopoldville near the west coast produces a much stronger cloudiness in the morning, therefore walls with exposure to the East receive much less radiation than walls orientated to the West. A comparison with ASHVE values is made. For estimations of luminosity the conversion value :

$$1 \text{ mcal/cm}^2 \text{ min} = 75,4 \text{ lux.} = 7,00 \text{ foot-candles,}$$

gives a very good approximation, sufficient for most purposes.

Leopoldville, 26 mars 1955.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DUPONT, G., et SCHUEPP, W., Le rayonnement solaire à Léopoldville (Congo belge), (Service Météorologique du Congo belge, Publication n° 3, Bruxelles 1954, *I. R. C. B., Mém. in-8°*, Sect. Sc. nat. et méd., 25, 4).
- [2] NICOLET, M., Ensoleillement et orientation en Belgique, I (Institut Royal Météorologique de Belgique, *Mémoires*, 32, 1949).
- [3] NICOLET, M., et BOSSY, L., Ensoleillement et orientation en Belgique, II (Institut Royal Météorologique de Belgique, *Mémoires*, 36, 1950).
- [4] NICOLET, M., et DOGNIAUX, R., Ensoleillement et orientation en Belgique, IV (Institut Royal Météorologique de Belgique, *Mémoires*, 49, 1951).
- [5] NICOLET, M., et DOGNIAUX, R., Étude de la radiation globale du soleil (Institut Royal Météorologique de Belgique, *Mémoires*, 47, 1951).
- [6] MOON, P., et SPENCER, D. E., Illumination for a Non-Uniform Sky (*Transactions of the Illumination Engineer Society*, New-York, 1942, Vol. 37, p. 707).
- [7] HOPKINS, R. G., et PETHERBRIDGE, P., The Distribution of Sky Brightness and its Influence on Interior Daylighting (Building Research Station, Note E 451, Gerston, Angleterre, 1953).
- [8] Smithsonian Meteorological Tables, pages 15 et 442 (Smithsonian Miscellaneous Collections, Vol. 114, Washington, D. C., 1951).
- [9] MOON, Parry, Proposed Standard Solar-Radiation Curves for Engineering Use (*Journal of the Franklin Institute*, Vol. 230, 1940, p. 583).
- [10] Heating, Ventilating and Air Conditioning Guide (ASHVE, 1952, p. 266).
- [11] DEVROEY, E.-J., Habitations coloniales et conditionnement d'air sous les tropiques (*Mémoires in-8° de l'I.R.C.B.*, Sect. Sc. techn., tome II, fasc. 2, Bruxelles, 1940).

TABLEAU 1. — LÉOPOLDVILLE.
Valeurs instantanées moyennes en mcal/min cm² du rayonnement global G et du ciel H
par très beau temps (surface horizontale).

Mois/heure	0800	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200	
Janvier	G	20	56	94	190	325	480	635	785	920	1040	1155	1235	1280	1305
	H	18	46	66	104	150	190	220	244	260	270	276	270	260	244
Février	G	14	55	105	250	425	615	805	975	1125	1245	1335	1380	1420	1450
	H	12	34	54	94	130	160	184	204	220	224	224	220	210	194
Mars	G	10	45	100	245	415	605	805	980	1130	1245	1330	1385	1425	1455
	H	10	30	54	94	130	160	184	210	220	224	224	220	204	200
Avril	G	5	35	80	205	370	555	750	920	1065	1195	1255	1335	1370	1380
	H	4	24	44	84	120	154	180	200	214	224	224	220	210	190
Mai	G	0	25	60	145	265	400	555	705	835	955	1050	1125	1170	1200
	H	0	22	44	90	134	170	204	250	250	264	270	274	260	250
Juin	G	0	5	33	115	215	335	460	585	705	820	920	985	1040	1070
	H	0	4	30	90	144	194	234	270	300	330	350	364	364	360
Juillet	G	0	10	33	115	230	355	480	615	740	865	970	1050	1095	1125
	H	0	10	30	84	150	200	240	280	310	340	360	374	374	370
Août	G	0	16	40	130	265	385	530	665	810	945	1065	1165	1230	1255
	H	0	14	34	94	164	210	254	290	324	354	380	394	400	400
Septembre	G	5	22	58	155	285	425	575	720	875	1020	1130	1270	1335	1370
	H	4	20	50	110	174	224	270	304	340	370	394	410	410	420
Octobre	G	16	50	90	195	335	500	660	820	955	1100	1205	1285	1340	1370
	H	14	40	64	110	154	194	220	250	264	274	270	260	250	234
Novembre	G	24	62	115	250	420	600	780	940	1085	1200	1285	1345	1380	1385
	H	20	40	60	94	130	160	184	200	214	224	224	224	210	190
Décembre	G	25	63	115	245	415	585	760	925	1060	1170	1265	1325	1350	1360
	H	20	40	60	94	130	154	180	200	214	220	224	224	210	194

TABEAU 1 (suite)

Mois/heure	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
Janvier	G	1305	1295	1235	1155	1055	940	805	645	475	315	190	93	20
	H	241	230	224	224	220	214	204	190	164	134	104	64	18
Février	G	1450	1430	1385	1320	1240	1140	975	795	610	455	250	105	14
	H	194	174	164	160	160	154	150	140	130	120	94	54	12
Mars	G	1455	1440	1390	1320	1240	1130	975	795	605	415	245	100	10
	H	200	184	170	160	160	154	150	140	130	114	94	54	10
Avril	G	1380	1365	1335	1275	1180	1065	920	720	555	375	210	80	5
	H	190	174	164	160	154	154	150	140	124	110	84	44	4
Mai	G	1200	1185	1135	1060	965	855	705	555	390	260	145	60	0
	H	250	234	224	220	214	210	194	174	150	124	90	44	0
Juin	G	1070	1045	1010	925	825	700	580	455	340	215	115	35	0
	H	360	344	324	310	294	270	240	204	170	124	80	30	0
Juillet	G	1125	1110	1065	980	865	740	615	480	355	235	120	36	0
	H	370	360	340	320	300	280	250	214	174	134	80	30	0
Août	G	1255	1235	1170	1075	950	815	665	525	390	265	130	47	0
	H	400	390	364	340	314	294	260	230	184	154	100	44	4
Septembre	G	1370	1340	1265	1150	1035	880	725	570	420	285	155	57	5
	H	420	410	390	364	330	304	274	240	194	154	100	44	4
Octobre	G	1370	1350	1300	1215	1100	970	835	665	495	325	195	90	16
	H	234	230	230	224	220	214	204	190	164	140	104	64	14
Novembre	G	1385	1375	1340	1285	1200	1090	940	770	595	415	250	115	24
	H	190	174	160	160	160	154	150	140	130	114	94	60	20
Décembre	G	1360	1350	1320	1260	1180	1065	915	760	585	415	250	115	25
	H	194	180	164	160	160	154	144	140	130	114	94	60	20

TABLEAU 2. — LÉOPOLDVILLE.
Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement global G et du ciel H
par temps moyen (surface horizontale).

Mois/heure	0500	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200	
Janvier	G	10	30	70	130	200	310	400	490	600	690	750	810	860	905
	H	10	24	60	114	180	240	300	344	381	420	444	476	494	500
Février	G	8	30	75	135	240	395	480	570	680	785	870	960	1020	1070
	H	8	24	60	144	180	240	300	344	384	420	444	474	494	500
Mars	G	6	33	80	170	290	410	500	600	705	805	890	1010	1080	1110
	H	6	30	70	144	204	280	340	384	430	500	534	554	530	510
Avril	G	3	33	75	160	260	370	460	580	680	775	860	980	1110	1130
	H	3	30	64	114	180	240	310	380	420	474	514	530	524	510
Mai	G	1	21	55	95	170	260	370	460	560	650	720	790	850	920
	H	1	20	50	84	130	190	250	310	390	440	480	504	514	514
Juin	G	0	20	37	80	130	210	290	380	470	560	620	665	690	750
	H	0	20	34	70	114	164	214	280	324	374	404	434	434	434
Juillet	G	1	20	40	80	125	200	290	370	460	540	620	690	730	770
	H	1	20	34	70	110	160	210	264	320	360	404	434	440	444
Août	G	2	25	45	85	145	215	310	390	480	580	670	750	800	860
	H	2	24	40	74	114	174	224	284	340	390	434	474	504	510
Septembre	G	5	30	60	95	180	270	350	440	530	630	740	860	920	980
	H	5	30	54	84	144	214	274	330	390	440	494	530	534	530
Octobre	G	6	35	65	130	210	300	400	500	600	710	820	930	970	980
	H	6	34	60	100	180	240	314	390	440	494	550	600	620	580
Novembre	G	8	40	85	145	225	315	405	515	620	730	840	940	1020	1090
	H	8	34	74	114	184	260	324	400	450	494	534	564	550	530
Décembre	G	7	30	70	130	210	310	400	505	600	710	800	900	960	1015
	H	7	30	64	114	170	230	300	350	400	444	490	520	530	514

TABEAU 2 (suite)

Mois/heure	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
Janvier	G	905	960	930	890	770	680	490	370	250	160	80	40	10
	H	500	474	444	420	400	364	280	230	170	130	70	34	10
Février	G	1070	1100	1110	1040	930	820	580	425	290	180	95	45	12
	H	500	474	444	420	400	364	280	230	190	130	70	34	12
Mars	G	1110	1120	1110	1070	1015	890	640	500	320	185	95	45	10
	H	510	480	450	420	380	340	264	220	174	120	74	40	10
Avril	G	1130	1125	1105	1070	1000	870	605	465	330	180	90	35	8
	H	510	490	450	400	360	314	244	210	170	114	74	30	8
Mai	G	920	980	990	920	850	760	540	395	290	170	75	29	5
	H	514	500	440	400	350	304	240	194	157	117	60	26	5
Juin	G	750	790	800	795	760	650	470	350	240	130	60	26	2
	H	434	420	410	390	354	314	280	190	154	97	56	25	2
Juillet	G	770	780	790	770	710	600	430	320	220	120	55	25	1
	H	444	450	450	424	384	350	244	184	134	90	50	24	1
Août	G	860	895	905	885	800	700	460	335	220	125	50	25	2
	H	510	500	480	460	410	370	270	200	134	84	48	23	2
Septembre	G	980	1005	970	920	860	770	640	515	380	245	130	55	7
	H	530	520	500	450	410	370	320	214	150	84	43	27	7
Octobre	G	980	980	970	960	900	800	570	430	300	160	90	35	10
	H	580	540	500	430	390	340	254	214	160	94	50	24	10
Novembre	G	1090	1130	1145	1075	930	820	580	485	320	190	90	45	15
	H	530	504	460	420	380	314	280	214	170	110	60	34	14
Décembre	G	1015	1050	1030	980	890	780	660	550	420	300	170	85	15
	H	514	490	460	420	390	340	290	220	170	110	60	34	12

TABLEAU 3. — LÉOPOLDVILLE.
Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement direct du soleil J
par très beau temps et temps moyen.

Mois/heure	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
Janvier	TBT TM	70 0	130 35	190 67	320 56	450 52	590 142	700 168	790 210	855 280	920 322	985 342	1035 380	1070 410
Février	TBT TM	110 0	250 64	355 105	580 149	760 154	900 288	1015 295	1090 333	1145 424	1185 462	1260 505	1230 533	1265 575
Mars	TBT TM	100 0	220 55	345 76	580 97	745 223	895 260	1015 264	1090 305	1145 348	1185 353	1200 386	1210 472	1235 556
Avril	TBT TM	0 0	185 54	300 89	520 190	710 223	860 275	990 286	1070 297	1120 343	1170 362	1200 389	1205 485	1220 615
Mai	TBT TM	0 0	80 30	140 60	260 85	390 120	520 158	615 220	745 236	815 247	875 267	930 286	970 324	1005 379
Juin	TBT TM	0 0	5 0	35 15	125 40	220 147	335 106	425 142	510 162	580 208	645 243	700 264	740 270	770 291
Juillet	TBT TM	0 0	5 0	35 35	130 46	240 45	350 90	445 147	525 165	600 195	670 229	725 256	770 290	800 328
Août	TBT TM	0 0	15 0	40 35	145 42	260 84	370 85	475 147	555 156	640 185	715 229	775 265	830 297	890 310
Septembre	TBT TM	0 0	25 0	65 30	165 39	285 92	405 110	500 124	590 156	675 177	750 220	795 266	890 343	950 452
Octobre	TBT TM	60 0	120 0	185 35	315 60	460 77	610 119	715 139	805 155	875 202	955 250	1020 294	1070 344	1110 356
Novembre	TBT TM	150 0	260 35	365 67	580 112	750 101	890 111	1000 134	1080 167	1130 221	1170 281	1195 342	1205 403	1225 493
Décembre	TBT TM	155 0	260 0	360 30	565 56	750 105	880 144	995 170	1070 229	1120 277	1160 322	1190 354	1205 417	1235 458

TABEAU 3 (suite)

Mois /heure	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
Janvier	TBT 1100 TM 410	1115 507	1085 521	1045 527	1000 442	945 410	870 392	760 352	625 283	470 208	325 112	190 67	130 45	70 0
Février	TBT 1265 TM 575	1275 635	1270 683	1265 675	1255 614	1230 575	1170 523	1075 492	955 387	790 308	580 186	355 176	250 127	110 0
Mars	TBT 1260 TM 602	1270 646	1265 685	1260 705	1255 711	1230 695	1170 717	1075 617	950 561	780 380	580 252	345 152	220 77	100 0
Avril	TBT 1240 TM 646	1255 667	1265 707	1260 755	1240 771	1205 732	1140 713	1000 605	910 540	735 446	520 274	300 134	185 80	0 0
Mai	TBT 1040 TM 444	1050 543	1035 625	1000 629	955 635	900 633	815 597	700 550	550 452	410 400	260 250	140 130	80 70	0 0
Juin	TBT 800 TM 356	800 422	800 457	755 497	695 531	620 482	550 453	465 455	395 375	285 270	170 160	60 50	5 5	0 0
Juillet	TBT 830 TM 356	830 374	825 387	785 411	720 413	640 348	570 337	490 339	410 305	300 255	180 155	60 50	5 5	0 0
Août	TBT 890 TM 375	885 415	870 459	830 479	770 470	690 435	600 341	515 329	430 286	330 238	195 178	60 50	20 15	0 0
Septembre	TBT 950 TM 452	940 490	910 488	850 510	815 521	725 505	635 454	545 404	455 331	350 248	220 186	90 80	40 35	5 0
Octobre	TBT 1140 TM 403	1140 447	1115 490	1075 577	1025 591	955 581	890 572	780 516	650 425	480 360	325 243	185 211	120 127	60 0
Novembre	TBT 1240 TM 582	1260 654	1265 735	1260 728	1245 657	1215 657	1150 625	1060 563	940 547	780 390	580 298	365 203	260 125	150 38
Décembre	TBT 1235 TM 530	1250 598	1265 624	1255 640	1240 618	1205 575	1140 546	1055 511	935 411	795 342	570 225	360 168	260 112	155 66

TABLEAU 4.
*Valeurs instantanées moyennes en kcal/cm² min du rayonnement total tombant
 sur des surfaces verticales.*

Mois de janvier.

I. Très beau temps.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	75	145	210	342	460	575	630	647	620	565	593	385	260	122
SE	73	140	203	320	450	505	625	657	650	620	583	510	430	322
S	33	67	96	155	217	275	320	352	375	390	408	415	420	422
SW	9	23	33	52	75	95	110	122	130	135	138	155	240	332
W	9	23	33	52	75	95	110	122	130	135	138	135	130	122
NW	9	23	33	52	75	95	110	122	130	135	138	135	130	122
N	9	23	33	52	75	95	110	122	130	135	138	135	130	122
NE	39	78	113	185	251	305	330	332	305	259	197	135	130	122

II. Temps moyen.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	5	45	92	108	135	235	275	312	352	360	344	325	294	250
SE	5	5	90	106	133	230	274	314	362	380	375	368	353	328
S	5	24	52	75	106	163	200	233	272	300	315	335	350	361
SW	5	12	30	57	90	120	150	172	192	210	222	245	287	328
W	5	12	30	57	90	120	150	172	192	210	222	237	247	250
NW	5	12	30	57	90	120	150	172	192	210	222	237	247	250
N	5	12	30	57	90	120	150	172	192	210	222	237	247	250
NE	5	27	58	80	111	171	202	227	250	253	242	237	247	250

TABLEAU 4 (suite)

I. Très beau temps.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	122	115	112	112	110	107	102	95	82	67	52	32	22	9
SE	332	230	135	112	110	107	102	95	82	67	52	32	22	9
S	422	415	407	402	390	377	357	310	272	215	157	95	65	33
SW	332	425	507	582	640	677	692	655	577	460	335	202	140	72
W	122	251	377	497	580	647	682	665	592	475	347	210	145	75
NW	122	115	112	175	245	300	332	335	307	250	185	112	77	59
N	122	115	112	112	110	107	102	95	82	67	52	32	22	9
NE	122	115	112	112	110	107	102	95	82	67	52	32	22	9

II. Temps moyen.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	250	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	5
SE	328	290	233	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	5
S	361	375	364	355	324	299	279	245	202	150	101	57	32	5
SW	328	378	412	447	434	430	430	400	339	259	165	96	58	5
W	250	299	348	400	408	417	425	402	345	266	169	98	59	5
NW	250	237	222	241	260	265	269	251	217	166	112	64	36	5
N	250	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	5
NE	250	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	5

TABLEAU 5.

Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm^2 min du rayonnement total tombant sur des surfaces verticales.

Mois de février.

I. Très beau temps.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	114	262	372	507	755	850	882	857	790	692	562	415	263	97
SE	97	222	317	507	640	720	752	742	700	627	535	430	315	217
S	27	63	91	146	187	217	239	251	260	262	258	254	248	234
SW	6	17	27	47	65	80	92	102	110	112	112	110	105	217
W	6	17	27	47	65	80	92	102	110	112	112	110	105	97
NW	6	17	27	47	65	80	92	102	110	112	112	110	105	97
N	6	17	27	47	65	80	92	102	110	112	112	110	105	97
NE	67	157	227	367	465	525	517	532	485	417	327	225	115	97

II. Temps moyen.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	4	75	172	213	230	365	380	403	415	418	396	365	315	250
SE	4	65	116	190	206	324	343	368	384	395	384	370	339	297
S	4	24	49	98	115	164	193	218	241	264	278	297	309	317
SW	4	12	30	72	90	120	150	172	192	210	222	237	247	297
W	4	12	30	72	90	120	150	172	192	210	222	237	247	250
NW	4	12	30	72	90	120	150	172	192	210	222	237	247	250
N	4	12	30	72	90	120	150	172	192	210	222	237	247	250
NE	4	48	89	154	171	262	282	303	315	319	305	285	247	250

TABEAU 5 (suite).

I. Très beau temps.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	97	87	82	80	80	77	75	70	65	60	47	27	17	6
SE	217	87	82	80	80	77	75	70	65	60	47	27	17	6
S	234	235	232	233	238	229	235	226	208	188	147	91	63	27
SW	217	307	417	525	630	707	760	765	740	655	510	317	225	97
W	97	237	402	555	635	862	885	905	875	775	600	362	262	114
NW	97	100	203	310	400	482	535	550	535	475	367	227	157	68
N	97	87	82	80	80	77	75	70	65	60	47	27	17	6
NE	97	87	82	80	80	77	75	70	65	60	47	27	17	6

II. Temps moyen.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	250	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	6
SE	297	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	6
S	317	311	303	292	278	257	237	211	174	135	97	67	41	6
SW	297	347	402	447	468	478	472	461	389	318	212	179	122	6
W	250	318	395	464	501	526	528	523	444	364	241	206	141	6
NW	250	242	287	332	358	372	371	361	306	247	167	134	88	6
N	250	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	6
NE	250	237	222	210	200	182	165	140	115	85	65	35	17	6

TABLEAU 6.
*Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement total tombant
sur des surfaces verticales.*

Mois de mars.

I. Très beau temps.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	105	235	370	607	755	855	900	875	805	705	570	420	262	100
SE	75	169	265	432	535	600	620	605	555	475	368	270	150	100
S	5	15	27	47	65	80	92	105	110	112	112	110	102	100
SW	5	15	27	47	65	80	92	105	110	112	112	110	102	100
W	5	15	27	47	65	80	92	105	110	112	112	110	102	100
NW	5	15	27	47	65	80	92	105	110	112	112	110	102	100
N	5	15	31	61	85	115	137	165	175	190	195	198	195	100
NE	75	171	272	452	565	655	692	690	650	585	495	395	282	100

II. Temps moyen.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	3	70	110	166	308	365	379	408	427	426	415	399	338	255
SE	3	54	88	137	243	292	310	333	351	358	353	339	287	255
S	3	15	35	72	102	140	170	192	215	250	267	277	265	255
SW	3	15	35	72	102	140	170	192	215	250	267	277	265	255
W	3	15	35	72	102	140	170	192	215	250	267	277	265	255
NW	3	15	35	72	102	140	170	192	215	250	267	277	265	255
N	3	15	36	74	108	150	182	209	235	273	294	311	307	255
NE	3	54	89	140	252	306	320	356	379	391	380	388	346	255

TABLEAU 6 (suite).

I. Très beau temps.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	100	92	85	80	80	77	75	70	65	57	47	27	15	5
SE	100	92	85	80	80	77	75	70	65	57	47	27	15	5
S	100	92	85	80	80	77	75	70	65	57	47	27	15	5
SW	100	172	251	360	465	557	615	640	620	552	432	267	169	75
W	100	258	410	560	710	827	900	920	885	777	607	342	235	105
NW	100	277	380	480	580	657	705	710	675	582	452	272	171	75
N	100	188	177	167	162	147	139	117	103	78	61	32	16	5
NE	100	92	85	80	80	77	75	70	65	57	47	27	15	5

II. Temps moyen.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	255	240	225	210	190	170	150	132	110	87	60	37	20	5
SE	255	240	225	210	190	170	150	132	110	87	60	37	20	5
S	255	240	225	210	190	170	150	132	110	87	60	37	20	5
SW	255	265	315	366	408	441	481	459	438	328	228	142	74	5
W	255	324	402	480	545	593	657	622	596	438	303	188	97	5
NW	255	334	386	435	474	497	536	497	479	343	236	145	75	5
N	255	289	275	259	237	210	189	159	132	97	66	39	24	5
NE	255	240	225	210	190	170	150	132	110	87	60	37	20	5

TABLEAU 7.
*Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement total tombant
sur des surfaces verticales.*

Mois d'avril.

I. Très beau temps.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	2	192	312	532	700	807	860	840	765	682	562	415	261	95
SE	2	112	182	305	395	442	455	430	355	292	197	110	105	95
S	2	12	22	42	60	77	90	100	107	112	112	110	105	95
SW	2	12	22	42	60	77	90	100	107	112	112	110	105	95
W	2	12	22	42	60	77	90	100	107	112	112	110	105	95
NW	2	12	22	42	60	77	90	100	107	112	112	110	105	95
N	2	52	87	160	227	287	340	380	415	432	442	445	445	445
NE	2	167	275	472	630	741	810	820	795	740	662	565	455	340

II. Temps moyen.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	1	68	118	236	292	353	375	395	414	414	403	388	340	255
SE	1	44	79	153	195	237	261	281	286	293	284	265	262	255
S	1	15	32	57	90	120	155	190	210	237	257	265	262	255
SW	1	15	32	57	90	120	155	190	210	237	257	265	262	255
W	1	15	32	57	90	120	155	190	210	237	257	265	262	255
NW	1	15	32	57	90	120	155	190	210	237	257	265	262	255
N	1	26	51	100	142	187	227	267	304	335	364	400	434	436
NE	1	60	107	214	270	332	363	390	420	432	436	447	439	383

TABEAU 7 (suite)
I. Très beau temps.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	95	87	82	80	77	77	75	70	62	55	42	22	12	2
SE	95	87	82	80	77	77	75	70	62	55	42	22	12	2
S	95	87	82	80	77	77	75	70	62	55	42	22	12	2
SW	95	87	82	168	270	345	425	440	450	405	305	182	112	2
W	95	247	402	550	685	795	865	845	832	720	535	312	192	2
NW	340	450	537	655	745	817	845	795	765	645	472	275	167	2
N	445	410	432	425	415	410	370	320	285	225	160	90	52	2
NE	340	222	105	80	77	77	75	70	62	55	42	22	12	2

II. Temps moyen.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	255	245	225	200	180	157	140	122	105	85	57	37	15	4
SE	255	245	225	200	180	157	140	122	105	85	57	37	15	4
S	255	245	225	200	180	157	140	122	105	85	57	37	15	4
SW	255	245	225	253	299	320	358	346	335	296	196	108	58	4
W	255	330	404	483	557	593	633	591	562	488	316	167	93	4
NW	383	437	491	546	594	605	619	562	522	444	284	149	82	4
N	436	432	422	407	389	359	325	275	237	190	119	66	32	4
NE	383	317	238	200	180	157	140	122	105	85	57	37	15	4

TABLEAU 8.
*Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement total tombant
sur des surfaces verticales.
Mois de mai.*

I. Très beau temps.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	0	86	152	280	405	510	585	610	590	545	470	375	254	125
SE	0	45	80	145	205	245	270	259	225	175	135	137	130	125
S	0	11	22	45	67	85	102	115	125	132	135	137	130	125
SW	0	11	22	45	67	85	102	115	125	132	135	137	130	125
W	0	11	22	45	67	85	102	115	125	132	135	137	130	125
NW	0	11	22	45	67	85	102	115	125	132	135	137	130	125
N	0	39	71	138	210	280	350	405	450	485	515	535	540	550
NE	0	84	150	280	410	525	620	670	685	670	640	585	510	425

II. Temps moyen.

Direction /h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	0	38	81	119	169	224	289	302	337	345	343	331	303	257
SE	0	23	49	75	107	144	181	201	226	233	240	252	257	257
S	0	10	25	42	65	95	125	155	195	220	240	252	257	257
SW	0	10	25	42	65	95	125	155	195	220	240	252	257	257
W	0	10	25	42	65	95	125	155	195	220	240	252	257	257
NW	0	10	25	42	65	95	125	155	195	220	240	252	257	257
N	0	20	46	73	109	154	209	247	293	327	355	382	407	439
NE	0	37	80	118	170	228	301	331	365	384	396	401	399	386

À LÉOPOLDVILLE

TABLEAU 8 (suite)

I. Très beau temps.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	125	117	112	110	107	105	97	87	75	62	45	22	11	2
SE	125	117	112	110	107	105	97	87	75	62	45	22	11	2
S	125	117	112	110	107	105	97	87	75	62	45	22	11	2
SW	125	117	112	110	107	105	97	87	75	62	45	22	11	2
W	125	246	365	470	555	620	637	610	525	417	280	152	86	2
NW	425	512	590	650	695	720	705	645	540	420	275	150	83	2
N	550	547	535	515	492	465	415	355	285	212	140	72	39	2
NE	425	330	233	143	107	105	97	87	75	62	45	22	11	2

II. Temps moyen.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	257	250	220	200	175	152	135	120	97	75	52	30	12	2
SE	257	250	220	200	175	152	135	120	97	75	52	30	12	2
S	257	250	220	200	175	152	135	120	97	75	52	30	12	2
SW	257	250	220	200	205	231	243	261	237	215	148	82	42	2
W	257	317	372	425	473	516	531	530	466	420	269	146	79	2
NW	386	455	509	541	566	587	580	560	479	423	266	143	76	2
N	439	473	476	455	430	404	369	331	268	222	140	74	37	2
NE	386	359	274	221	175	152	135	120	97	75	52	30	12	2

TABLEAU 9.

Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm^2 min du rayonnement total tombant sur des surfaces verticales.

Mois de juin.

I. Très beau temps.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	0	7	47	155	258	562	425	475	475	460	420	358	272	180
SE	0	4	27	86	138	183	203	208	193	165	175	182	182	180
S	0	2	15	45	72	97	117	135	150	165	175	182	182	180
SW	0	2	15	45	72	97	117	135	150	165	175	182	182	180
W	0	2	15	45	72	97	117	135	150	165	175	182	182	180
NW	0	2	15	45	72	97	117	135	150	165	229	301	372	445
N	0	4	29	97	165	242	303	365	410	460	495	522	542	555
NE	0	7	47	160	270	387	477	530	565	580	575	552	500	445

II. Temps moyen.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	0	10	31	70	97	166	210	245	278	298	294	308	251	217
SE	0	10	22	48	71	109	136	163	178	187	202	217	217	217
S	0	10	17	35	57	82	107	140	162	187	202	217	217	217
SW	0	10	17	35	57	82	107	140	162	187	202	217	217	217
W	0	10	17	35	57	82	107	140	162	187	202	217	217	217
NW	0	10	17	35	57	82	107	140	162	187	202	217	217	217
N	0	10	23	51	77	128	169	212	256	298	324	342	353	383
NE	0	10	31	72	99	174	227	268	311	344	353	351	337	335

TABLEAU 9 (suite)

I. Très beau temps.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	180	172	162	155	147	135	120	102	85	62	40	15	2	0
SE	180	172	162	155	147	135	120	102	85	62	40	15	2	0
S	180	172	162	155	147	135	120	102	85	62	40	15	2	0
SW	180	172	162	155	147	135	120	102	197	185	147	96	35	4
W	180	265	352	420	467	480	475	442	400	302	190	70	7	0
NW	445	502	562	590	595	580	545	495	425	320	196	70	7	0
N	555	545	532	505	465	415	365	307	255	182	110	40	4	0
NE	445	370	292	215	147	135	120	102	85	62	40	15	2	0

II. Temps moyen.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1750	1745	1800
E	217	210	205	195	177	157	140	115	95	70	47	25	12	1
SE	217	210	205	195	177	157	140	115	95	70	47	25	12	1
S	217	210	205	195	177	157	140	115	95	70	47	25	12	1
SW	217	210	205	195	177	193	205	207	191	151	96	73	14	1
W	217	259	313	369	421	426	434	445	393	299	180	71	17	1
NW	334	384	432	481	521	502	491	499	420	313	183	72	17	1
N	583	407	417	425	421	375	343	315	257	179	107	45	14	1
NE	335	314	278	234	177	157	140	115	95	70	47	25	12	1

TABLEAU 10.

Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min de rayonnement total tombant sur des surfaces verticales.

Mois de juillet.

I. Très beau temps.

Direction/h	06:00	06:15	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00
E	0	10	48	160	285	385	450	490	500	485	440	575	285	185
SE	0	7	30	92	160	218	234	240	229	202	180	187	187	185
S	0	5	15	42	75	100	120	140	155	170	180	187	187	185
SW	0	5	15	42	75	100	120	140	155	170	180	187	187	185
W	0	5	15	42	75	100	120	140	155	170	180	187	187	185
NW	0	5	15	42	75	100	120	140	155	170	204	277	350	425
N	0	7	27	90	163	232	290	345	395	440	475	497	515	525
NE	0	10	47	158	285	395	475	530	565	580	575	542	490	425

II. Temps moyen.

Direction/h	06:00	06:15	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00
E	0	10	50	77	94	153	215	242	272	287	294	287	260	222
SE	0	10	31	53	71	108	143	164	182	191	202	217	220	222
S	0	10	17	35	55	80	105	132	160	180	202	217	220	222
SW	0	10	17	35	55	80	105	132	160	180	202	217	220	222
W	0	10	17	35	55	80	105	132	160	180	202	217	220	222
NW	0	10	17	35	55	80	105	132	160	180	202	217	220	222
N	0	10	29	51	72	119	161	197	237	272	306	336	355	369
NE	0	10	49	76	94	156	223	255	294	321	341	351	344	326

TABEAU 10 (suite)

I. Très beau temps.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	185	180	170	160	150	140	125	107	87	67	40	15	5	0
SE	185	180	170	160	150	140	125	107	87	67	40	15	5	0
S	185	180	170	160	150	140	125	107	87	67	40	15	5	0
SW	185	180	170	160	185	220	235	233	215	173	110	40	7	0
W	185	280	370	440	490	505	505	472	422	327	200	70	10	0
NW	425	490	550	585	595	580	550	500	435	327	200	70	10	0
N	525	520	510	480	440	395	350	295	242	177	105	35	7	0
NE	425	350	267	186	150	140	125	107	87	67	40	15	5	0

II. Temps moyen.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	222	225	225	212	192	175	152	122	92	67	45	22	10	0
SE	222	225	225	212	192	175	152	122	92	67	45	22	10	0
S	222	225	225	212	192	175	152	122	92	67	45	22	10	0
SW	222	225	225	212	212	218	217	208	186	157	105	42	12	0
W	222	271	319	360	386	375	376	373	340	287	185	68	15	0
NW	326	365	404	435	447	414	403	392	349	290	184	67	15	0
N	369	378	383	370	358	313	284	252	207	161	100	40	12	0
NE	326	301	270	225	192	175	152	122	92	67	45	22	10	0

TABLEAU 11.

Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement total tombant sur des surfaces verticales.

Mois d'août.

I. Très beau temps.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	0	22	55	185	317	420	497	530	542	527	480	407	310	200
SE	0	15	38	121	205	263	303	315	305	287	245	197	200	200
S	0	7	17	47	82	105	127	145	162	177	190	197	200	200
SW	0	7	17	47	82	105	127	145	162	177	190	197	200	200
W	0	7	17	47	82	105	127	145	162	177	190	197	200	200
NW	0	7	17	47	82	105	127	145	162	177	190	197	200	200
N	0	10	26	80	143	195	247	289	340	370	405	427	445	376
NE	0	20	50	167	292	390	452	520	555	560	545	510	450	376

II. Temps moyen.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	1	12	54	77	133	159	226	250	280	307	316	312	292	255
SE	1	12	32	58	97	123	267	290	211	230	235	237	252	255
S	1	12	20	37	57	87	112	142	170	195	217	237	252	255
SW	1	12	20	37	57	87	112	142	170	195	217	237	252	255
W	1	12	20	37	57	87	112	142	170	195	217	237	252	255
NW	1	12	20	37	57	87	112	142	170	195	217	237	252	255
N	1	12	28	47	77	108	149	182	221	257	290	319	339	357
NE	1	12	49	72	125	153	218	247	284	318	339	349	342	329

TABLEAU 11 (suite)

I. Très beau temps.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	200	195	182	170	157	147	130	115	92	77	50	22	10	2
SE	200	195	182	170	157	147	130	115	92	77	50	22	10	2
S	200	195	182	170	157	147	130	115	92	77	50	22	10	2
SW	200	195	182	228	277	301	314	305	276	233	150	55	20	2
W	200	308	402	480	532	557	545	515	457	377	235	80	30	2
NW	376	450	507	550	572	572	535	490	427	342	210	72	27	2
N	450	445	425	395	367	337	285	245	197	155	102	35	14	2
NE	376	290	192	170	157	147	130	115	92	77	50	22	10	2

II. Temps moyen.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	255	250	240	230	205	185	160	135	100	67	42	20	10	1
SE	255	250	240	230	205	185	160	135	100	67	42	20	10	1
S	255	250	240	230	205	185	160	135	100	67	42	20	10	1
SW	255	250	240	264	277	282	264	257	222	179	132	45	18	1
W	255	303	356	409	435	444	396	390	341	282	210	66	24	1
NW	329	370	412	440	457	451	390	373	320	259	189	59	22	1
N	357	366	368	361	333	305	248	218	170	123	82	31	13	1
NE	329	295	248	230	205	185	160	135	100	67	42	20	10	1

TABLEAU 12.
*Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement total tombant
sur des surfaces verticales.*

Mois de septembre.

I. *Très beau temps.*

Di.rection/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	2	35	90	215	350	462	535	570	580	560	502	435	329	210
SE	2	28	70	165	267	350	400	425	435	415	373	322	243	210
S	2	10	25	55	87	112	135	152	170	185	197	205	207	210
SW	2	10	25	55	87	112	135	152	170	185	197	205	207	210
W	2	10	25	55	87	112	135	152	170	185	197	205	207	210
NW	2	10	25	55	87	112	135	152	170	185	197	205	207	210
N	2	10	26	59	95	128	157	184	209	235	252	270	277	210
NE	2	28	70	170	280	372	430	470	490	485	450	415	342	210

II. *Temps moyen.*

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	2	15	57	80	157	202	235	275	303	330	349	354	318	205
SE	2	15	48	68	130	171	203	237	264	288	306	310	282	265
S	2	15	27	42	72	107	137	165	195	220	247	265	267	265
SW	2	15	27	42	72	107	137	165	195	220	247	265	267	265
W	2	15	27	42	72	107	137	165	195	220	247	265	267	265
NW	2	15	27	42	72	107	137	165	195	220	247	265	267	265
N	2	15	27	43	74	111	142	173	205	234	265	290	296	265
NE	2	15	48	69	134	177	210	249	278	308	332	345	324	265

TABEAU 12 (suite)

I. Très beau temps.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	210	205	195	182	165	152	137	120	97	77	50	22	10	2
SE	210	205	195	182	165	152	137	120	97	77	50	22	10	2
S	210	205	195	182	165	152	137	120	97	77	50	22	10	2
SW	210	241	315	370	415	435	432	410	365	300	196	85	58	6
W	210	327	430	507	575	595	590	555	492	400	265	112	50	7
NW	210	341	410	452	490	495	480	455	390	315	204	86	38	6
N	210	276	261	241	217	191	172	144	115	87	55	23	10	2
NE	210	205	195	182	165	152	137	120	97	77	50	22	10	2

II. Temps moyen.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	265	260	250	225	205	185	160	135	107	75	42	20	12	3
SE	265	260	250	225	205	185	160	135	107	75	42	20	12	3
S	265	260	250	225	205	185	160	135	107	75	42	20	12	3
SW	265	279	314	338	365	382	370	349	300	233	166	76	36	3
W	265	324	376	420	466	492	480	455	393	305	222	99	47	3
NW	265	331	364	388	414	423	404	375	319	242	172	77	36	3
N	265	297	286	260	239	214	185	153	120	82	46	22	12	3
NE	265	260	250	225	205	185	160	135	107	75	42	20	12	3

TABLEAU 13.

Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm^2 min du rayonnement total tombant
sur des surfaces verticales.

Mois d'octobre.

I. Très beau temps.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	67	140	212	355	495	617	665	685	655	607	520	390	265	117
SE	57	120	182	305	425	530	575	600	582	555	495	410	315	210
S	18	42	65	110	151	190	213	235	247	257	255	257	255	250
SW	7	20	32	55	77	97	110	125	132	137	135	130	125	210
W	7	20	32	55	77	97	110	125	132	137	135	130	125	117
NW	7	20	32	55	77	97	110	125	132	137	135	130	125	117
N	7	20	32	55	77	97	110	125	132	137	135	130	125	117
NE	40	86	135	230	320	397	430	440	420	382	320	230	135	117

II. Temps moyen.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	3	17	64	107	160	222	265	303	340	370	385	387	356	290
SE	3	17	58	97	148	205	248	286	324	356	378	390	371	323
S	3	17	36	60	102	138	177	216	246	278	310	341	351	337
SW	3	17	30	50	90	120	157	195	220	247	275	300	310	323
W	3	17	30	50	90	120	157	195	220	247	275	300	310	290
NW	3	17	30	50	90	120	157	195	220	247	275	300	310	290
N	3	17	30	50	90	120	157	195	220	247	275	300	310	290
NE	3	17	50	83	130	179	219	256	286	311	328	333	312	290

TABLEAU 13 (suite)

I. Très beau temps.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	117	115	115	112	110	107	102	95	82	70	52	32	20	7
SE	210	115	115	112	110	107	102	95	82	70	52	32	20	7
S	250	248	247	242	240	232	224	208	182	147	108	65	42	18
SW	210	315	410	490	560	600	625	506	542	435	300	180	120	57
W	117	261	400	517	615	667	720	700	635	505	360	212	135	65
NW	117	125	220	305	375	422	452	445	402	320	230	135	87	40
N	117	115	115	112	110	107	102	95	82	70	52	32	20	7
NE	117	115	115	112	110	107	102	95	82	70	52	32	20	7

II. Temps moyen.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	290	270	250	215	195	170	147	127	107	80	47	25	12	5
SE	323	270	250	215	195	170	147	127	107	80	47	25	12	5
S	337	322	308	285	270	246	225	202	172	138	89	63	35	5
SW	323	347	380	418	455	470	483	464	407	351	240	197	117	5
W	290	326	375	432	486	518	547	529	468	405	277	230	136	5
NW	290	273	297	319	348	362	372	358	317	270	180	143	83	5
N	290	270	250	215	195	170	147	127	107	80	47	25	12	5
NE	290	270	250	215	195	170	147	127	107	80	47	25	12	5

TABLEAU 14.

Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm^2 min du rayonnement total tombant sur des surfaces verticales.

Mois de novembre.

I. Très beau temps.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	150	265	370	572	715	805	838	820	755	662	540	405	255	95
SE	145	255	355	530	690	785	830	830	790	732	650	552	445	330
S	60	107	150	235	300	355	392	415	430	437	450	440	435	430
SW	10	20	30	47	65	80	92	100	107	112	112	137	235	330
W	10	20	30	47	65	80	92	100	107	112	112	112	105	95
NW	10	20	30	47	65	80	92	100	107	112	112	112	105	95
N	10	20	30	47	65	80	92	100	107	112	112	112	105	95
NE	75	130	185	285	360	400	410	385	335	270	182	112	105	95

II. Temps moyen.

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	4	50	99	159	182	220	262	311	351	379	390	380	335	265
SE	4	48	97	154	179	218	260	313	359	396	420	426	422	376
S	4	29	59	93	124	164	202	249	288	326	361	392	409	423
SW	4	17	37	57	92	130	162	200	225	247	267	290	327	376
W	4	17	37	57	92	130	162	200	225	247	267	282	275	265
NW	4	17	37	57	92	130	162	200	225	247	267	282	275	275
N	4	17	37	57	92	130	162	200	225	247	267	282	275	265
NE	4	17	65	103	132	170	205	244	270	285	287	282	282	265

TABLEAU 14 (suite)

I. Très beau temps.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	95	87	80	80	80	77	75	70	65	57	47	30	20	10
SE	330	217	105	80	80	77	75	70	65	57	47	30	20	10
S	430	427	425	430	430	422	450	385	355	302	235	150	105	60
SW	330	437	540	645	740	812	830	850	810	710	550	360	255	146
W	95	240	385	530	665	772	840	868	830	732	575	370	265	150
NW	95	87	80	155	250	325	380	405	400	362	287	185	130	75
N	95	87	80	80	80	77	75	70	65	57	47	30	20	10
NE	95	87	80	80	80	77	75	70	65	57	47	30	20	10

II. Temps moyen.

Direction /h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	265	252	230	210	190	157	140	122	107	85	55	30	17	7
SE	376	320	245	210	190	157	140	122	107	85	55	30	17	7
S	423	429	430	410	373	343	322	290	275	207	151	97	59	20
SW	376	434	497	536	537	553	562	537	539	410	315	212	129	40
W	265	332	408	470	497	532	555	542	552	423	325	219	134	43
NW	265	252	230	253	278	287	305	301	303	238	178	116	70	23
N	265	252	230	210	190	157	140	122	107	85	55	30	17	7
NE	265	252	230	210	190	157	140	122	107	85	55	30	17	7

TABLEAU 15.
*Valeurs instantanées moyennes en mcal/cm² min du rayonnement total tombant
sur des surfaces verticales.*

Mois de décembre.

I. *Très beau temps.*

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	150	260	355	547	700	777	810	790	730	640	530	397	250	97
SE	155	260	360	555	715	797	850	855	820	760	687	595	490	385
S	65	120	170	260	345	397	445	475	490	500	507	510	505	502
SW	10	20	30	47	65	77	90	100	107	110	112	192	285	385
W	10	20	30	47	65	77	90	100	107	110	112	112	115	97
NW	10	20	30	47	65	77	90	100	107	110	112	112	115	97
N	10	20	30	47	65	77	90	100	107	110	112	112	105	97
NE	65	115	160	250	320	335	350	330	277	210	127	112	105	97

II. *Temps moyen.*

Direction/h	0600	0615	0630	0700	0730	0800	0830	0900	0930	1000	1030	1100	1130	1200
E	3	15	59	107	174	229	274	523	354	370	369	357	320	257
SE	3	15	59	107	176	233	280	336	376	403	416	424	411	380
S	3	15	44	78	124	167	210	255	295	331	363	395	415	431
SW	3	15	32	57	85	115	150	175	200	222	245	287	333	380
W	3	15	32	57	85	115	150	175	200	222	245	260	265	257
NW	3	15	32	57	85	115	150	175	200	222	245	260	265	257
N	3	15	32	57	85	115	150	175	200	222	245	260	265	257
NE	3	15	43	77	120	159	195	224	242	250	249	260	265	257

TABLEAU 15 (suite)

I. Très beau temps.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	97	90	82	80	80	77	72	70	65	57	47	30	20	10
SE	385	275	167	80	80	77	72	70	65	57	47	30	20	10
S	502	500	502	500	500	487	470	445	405	352	265	170	120	70
SW	385	495	592	685	780	842	875	880	825	742	560	360	260	155
W	97	240	382	520	650	747	810	835	805	730	555	355	260	150
NW	97	90	82	95	185	262	315	345	350	325	252	160	115	67
N	97	90	82	80	80	77	72	70	65	57	47	30	20	10
NE	97	90	82	80	80	77	72	70	65	57	47	30	20	10

II. Temps moyen.

Direction/h	1200	1230	1300	1330	1400	1430	1500	1530	1600	1630	1700	1730	1745	1800
E	257	245	230	210	195	170	145	125	110	85	55	30	17	6
SE	380	334	271	210	195	170	145	125	110	85	55	30	17	6
S	431	442	436	416	403	367	335	307	260	212	140	95	61	32
SW	380	435	480	520	542	535	530	517	445	376	256	184	121	67
W	257	317	378	435	477	490	497	496	436	370	255	182	119	66
NW	257	245	230	217	247	258	261	260	235	200	135	92	58	30
N	257	245	230	210	195	170	145	125	110	85	55	30	17	6
NE	257	245	230	210	195	170	145	125	110	85	55	30	17	6

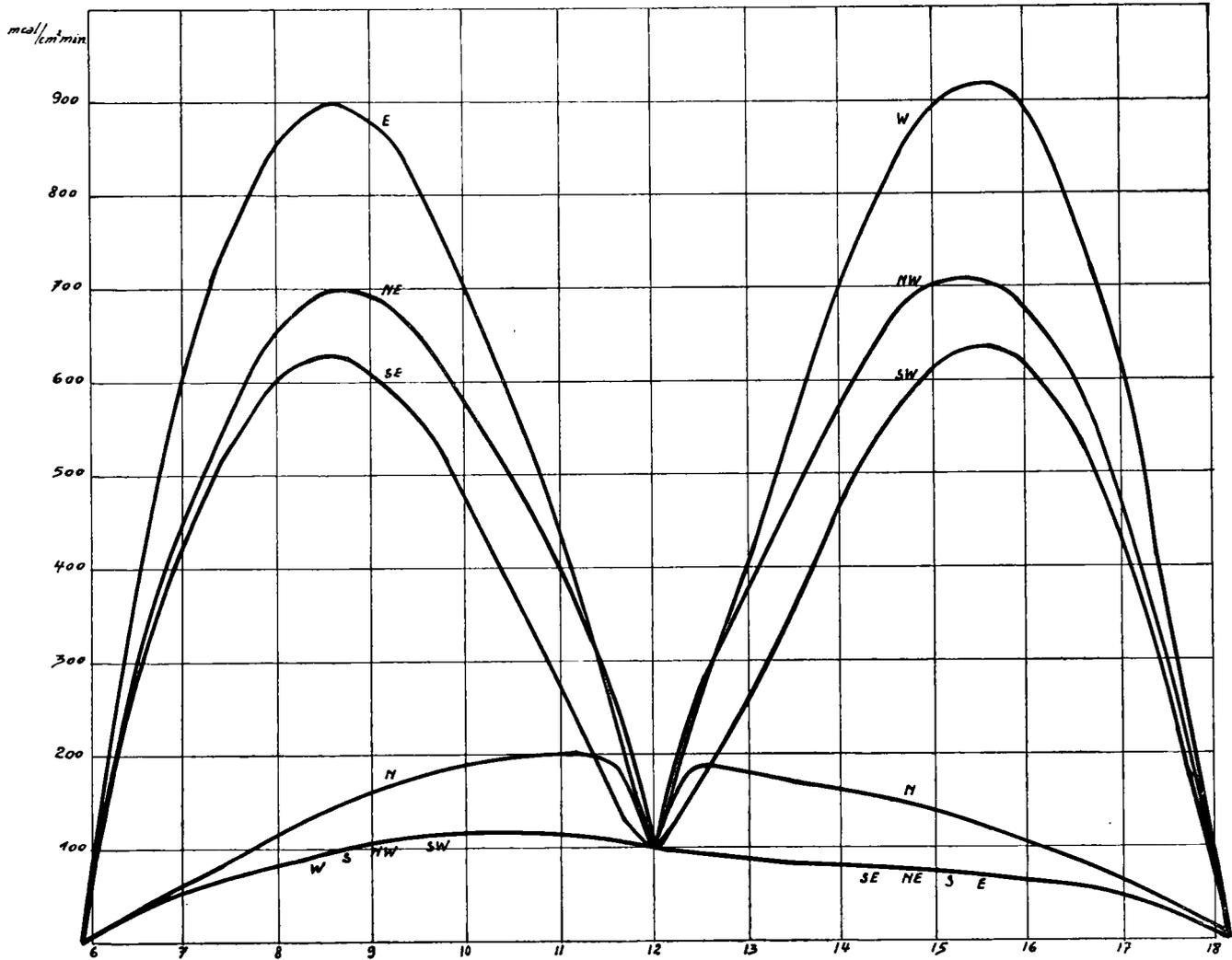
TABLEAU 16.

*Sommes journalières moyennes du rayonnement total
en kcal/m²d*

		Face horiz.	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
Janvier	TBT	5320	2210	2370	2040	1150	690	1120	1930	2170
	TM	3750	1660	1780	1680	1300	1100	1220	1440	1530
Février	TBT	6320	1490	2300	2540	1610	560	1560	2410	2220
	TM	4390	1480	1900	1990	1560	1110	1400	1680	1630
Mars	TBT	6290	555	1845	2540	2110	920	2040	2450	1780
	TM	4650	1180	1700	2250	2020	1340	1610	1720	1520
Avril	TBT	5900	530	1270	2370	2550	2330	2470	2290	1220
	TM	4550	1110	1540	2180	2300	1960	1780	1680	1310
Mai	TBT	4760	650	940	1840	2350	2600	2260	1780	930
	TM	4070	1040	1300	1940	2250	2030	1600	1400	1130
Juin	TBT	4110	820	970	1710	2150	2400	2020	1520	940
	TM	3180	940	1080	1640	1910	1810	1380	1180	980
Juillet	TBT	4300	850	1050	1700	2110	2270	1990	1610	1030
	TM	3080	950	1100	1520	1720	1630	1350	1200	1000
Août	TBT	4760	900	1260	1860	2010	1940	1900	1760	1220
	TM	3400	1040	1280	1660	1720	1520	1360	1300	1120
Septembre	TBT	5130	960	1610	2000	1780	1180	1720	1870	1540
	TM	3800	1120	1580	1850	1700	1220	1340	1400	1280
Octobre	TBT	5560	1400	1960	2080	1430	690	1390	2050	1880
	TM	3980	1490	1970	2080	1670	1180	1330	1480	1440
Novembre	TBT	6100	2580	2680	2410	1220	550	1180	2330	2570
	TM	4350	1950	2300	2150	1520	1160	1260	1500	1600
Décembre	TBT	5980	2980	2830	2360	1090	550	1060	2270	2750
	TM	4090	1980	2170	1950	1350	1110	1190	1460	1620

MARS. TRÈS BEAU TEMPS.

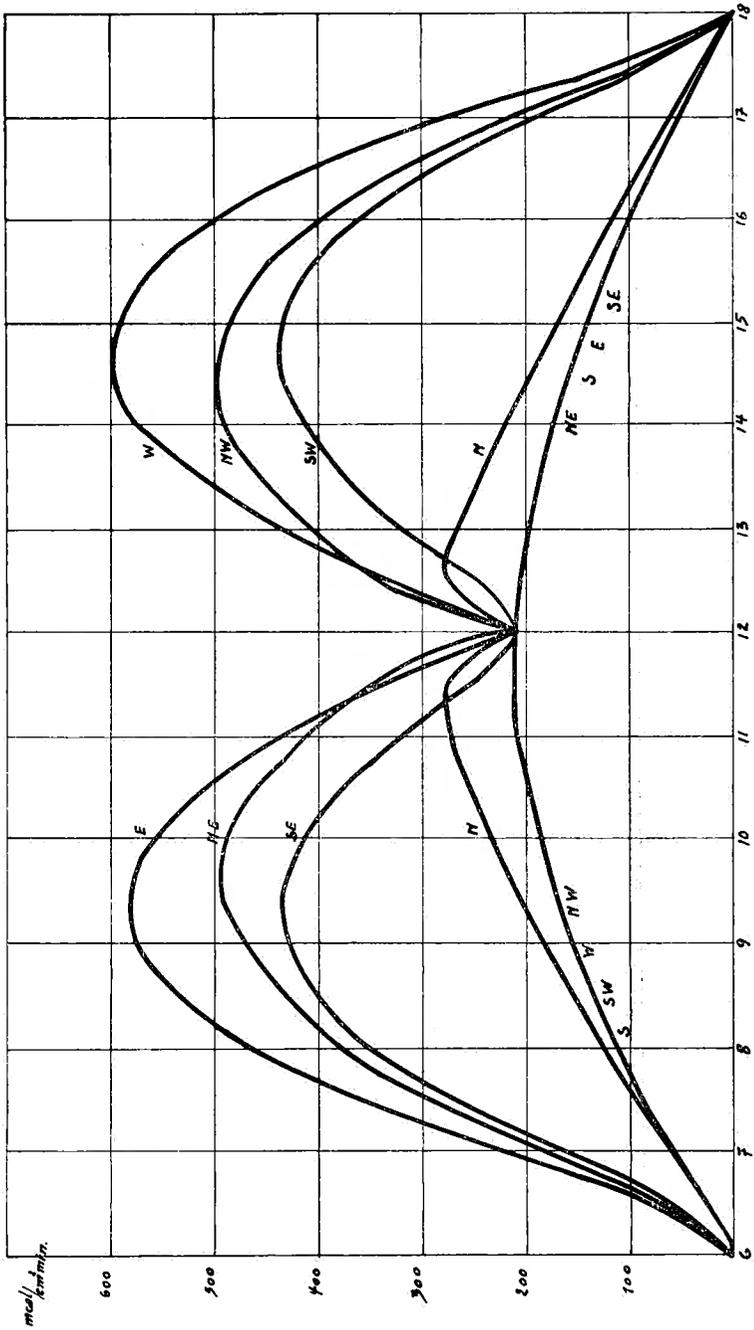
GR. 1



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

SEPTEMBRE TRÈS BEAU TEMPS.

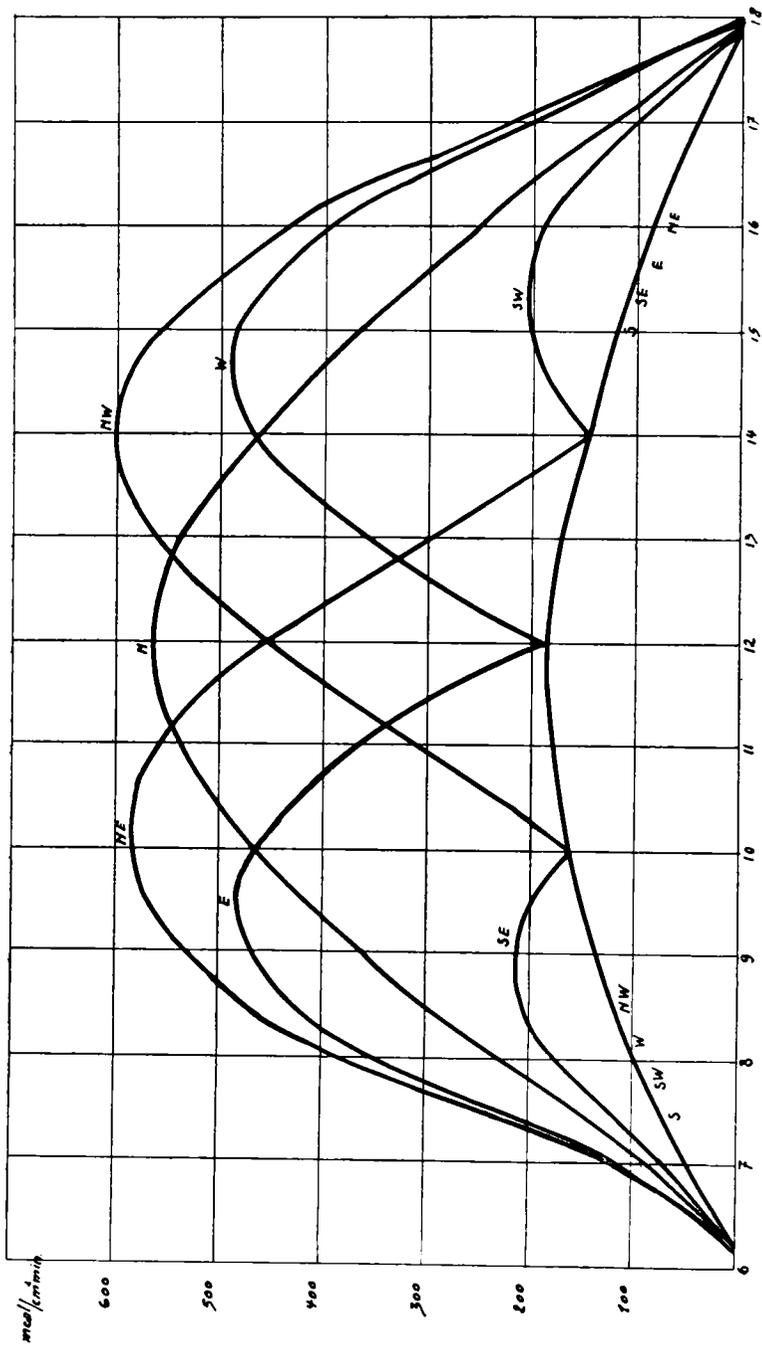
GR 3



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

JUIN TRÈS BEAU TEMPS.

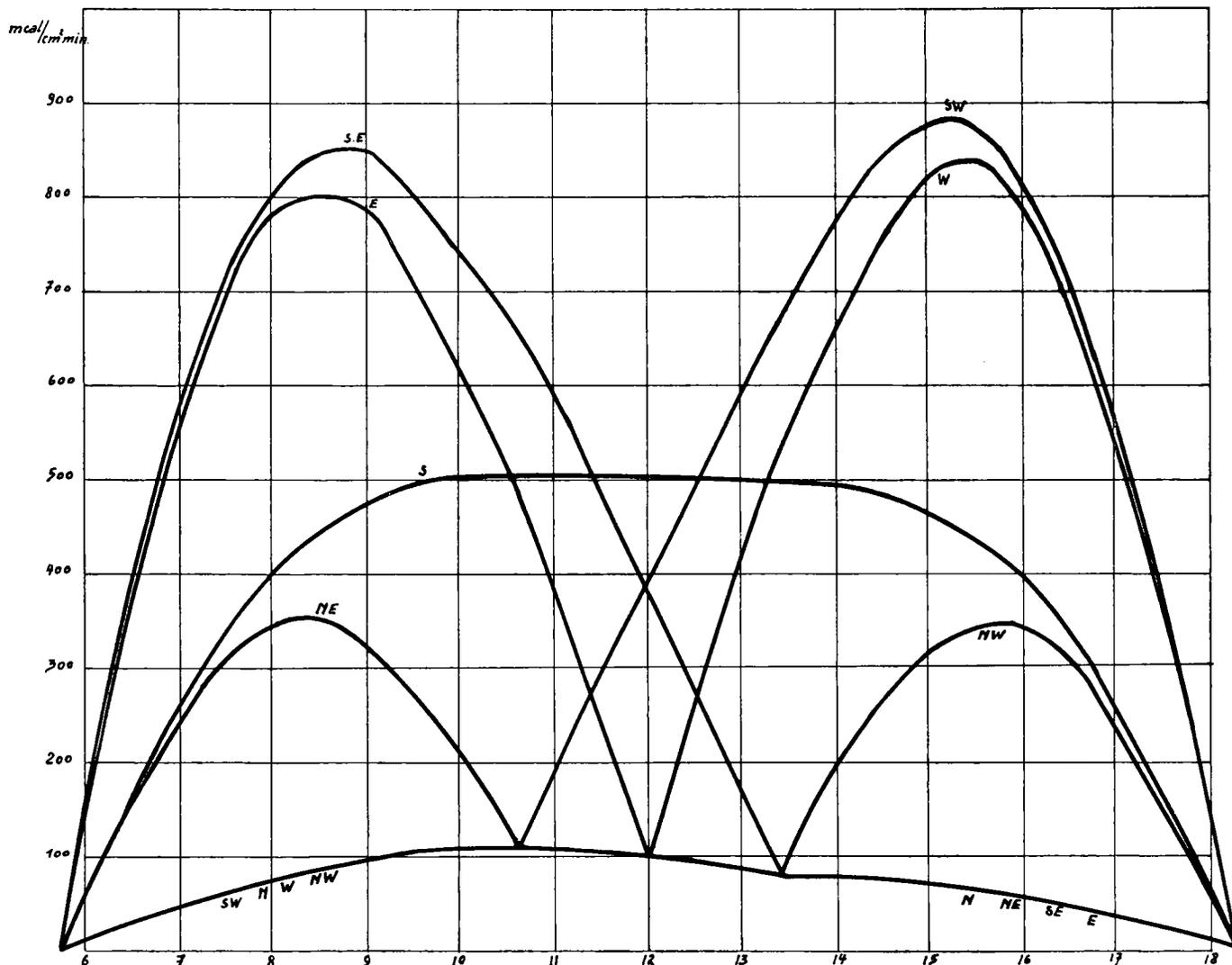
GR 2



Valeurs instantanées (moyennées) du rayonnement pour une journée.

DÉCEMBRE TRÈS BEAU TEMPS

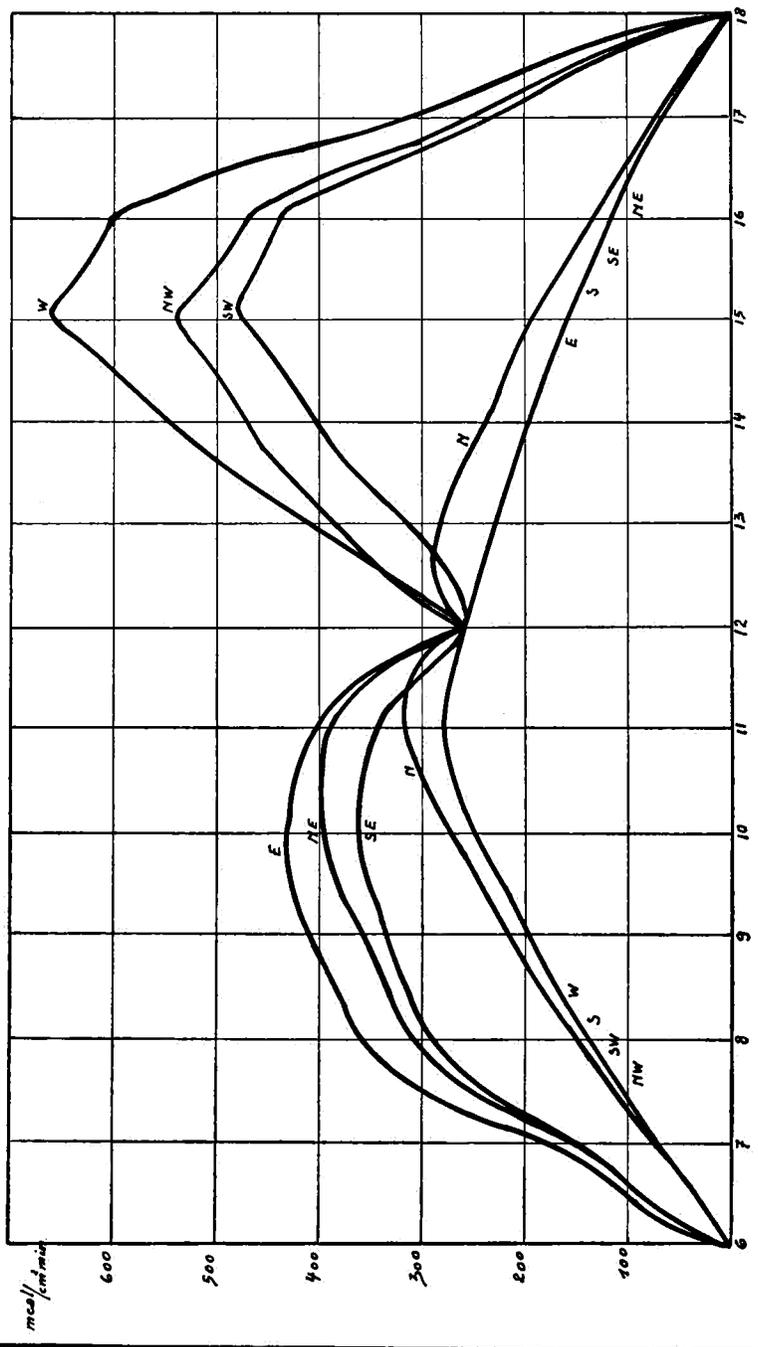
GR 4



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

MARS. TEMPS MOYEN.

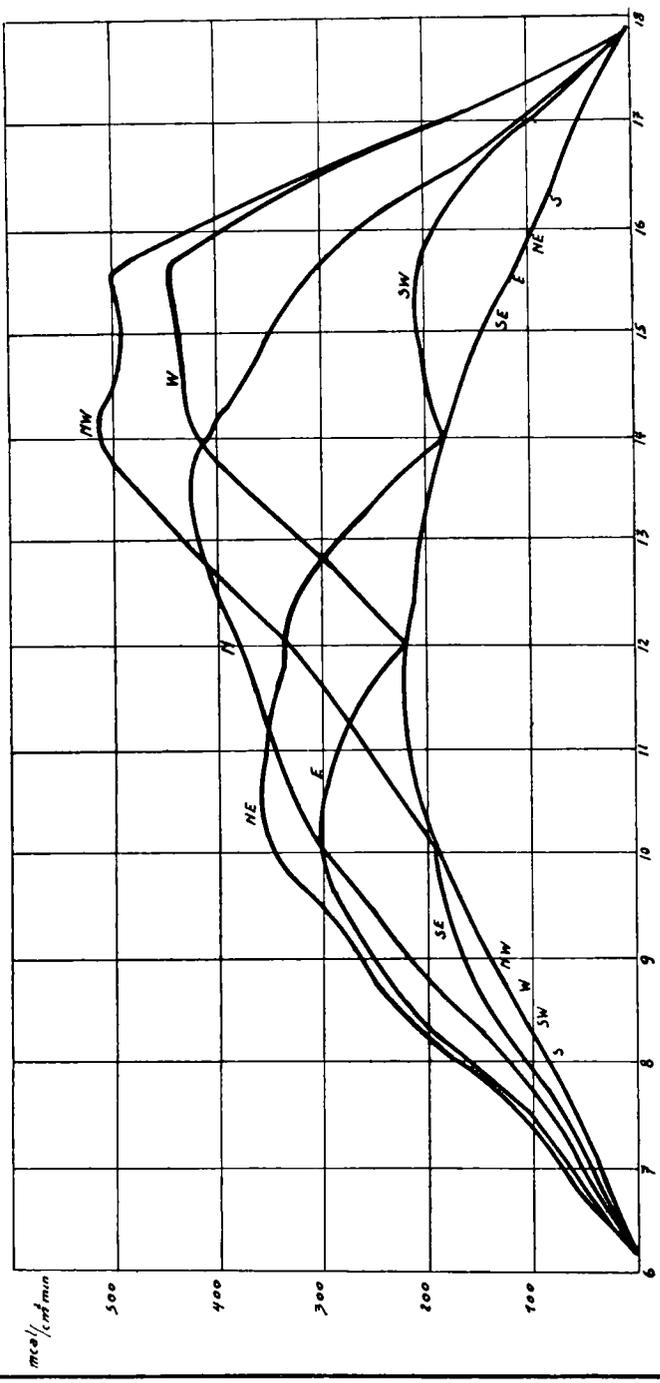
GR. 5



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

JUIN TEMPS MOYEN

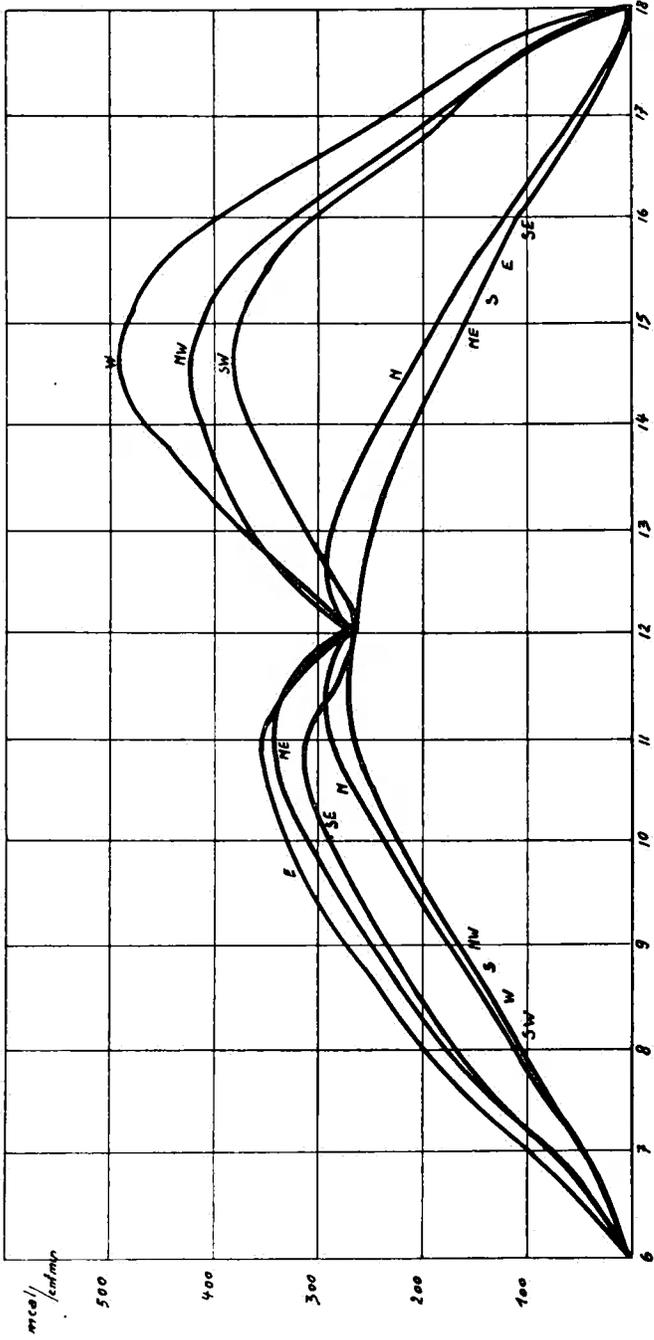
GR. 6



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

SEPTEMBRE TEMPS MOYEN

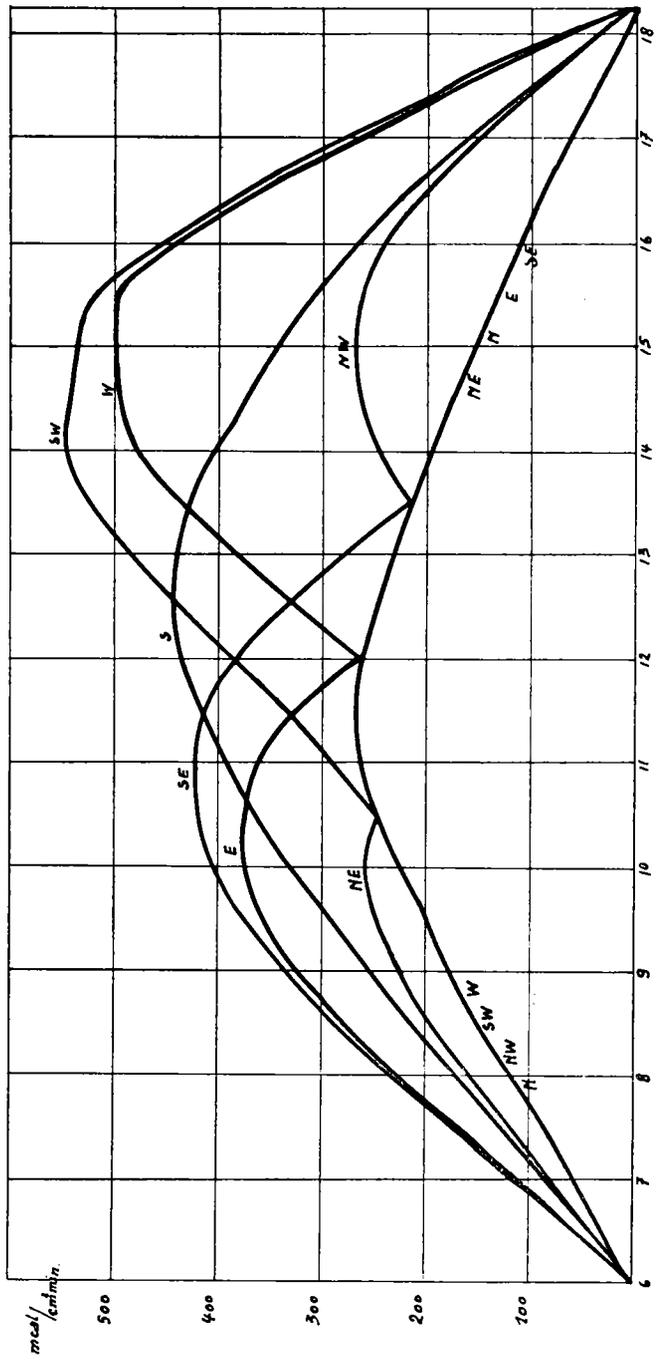
GR 7



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

DECEMBRE TEMPS MOYEN

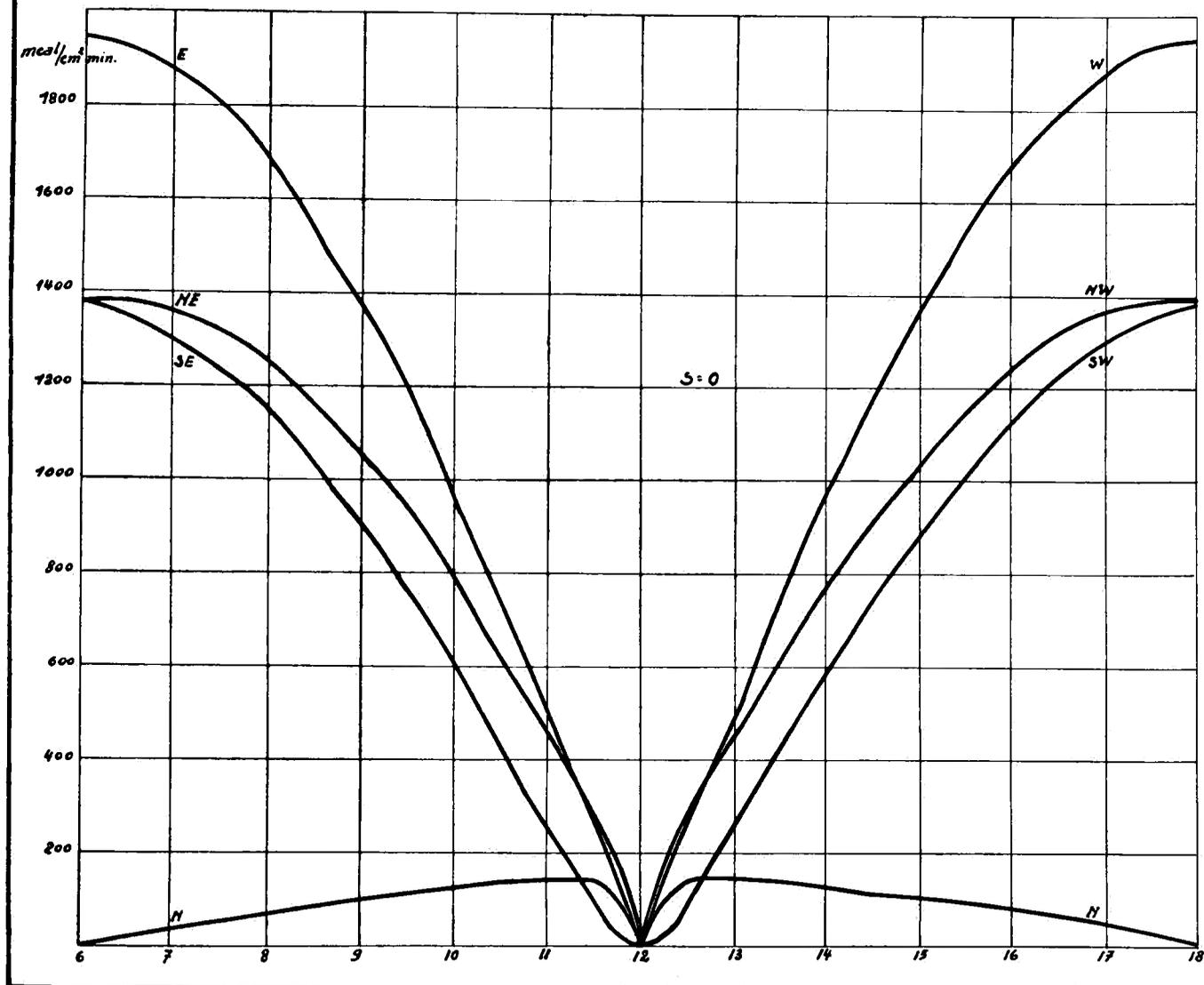
GR 8



Valeurs instantanées (moyennes) du rayonnement pour une journée.

MARS - MURS HORS DE L'ATMOSPHERE.

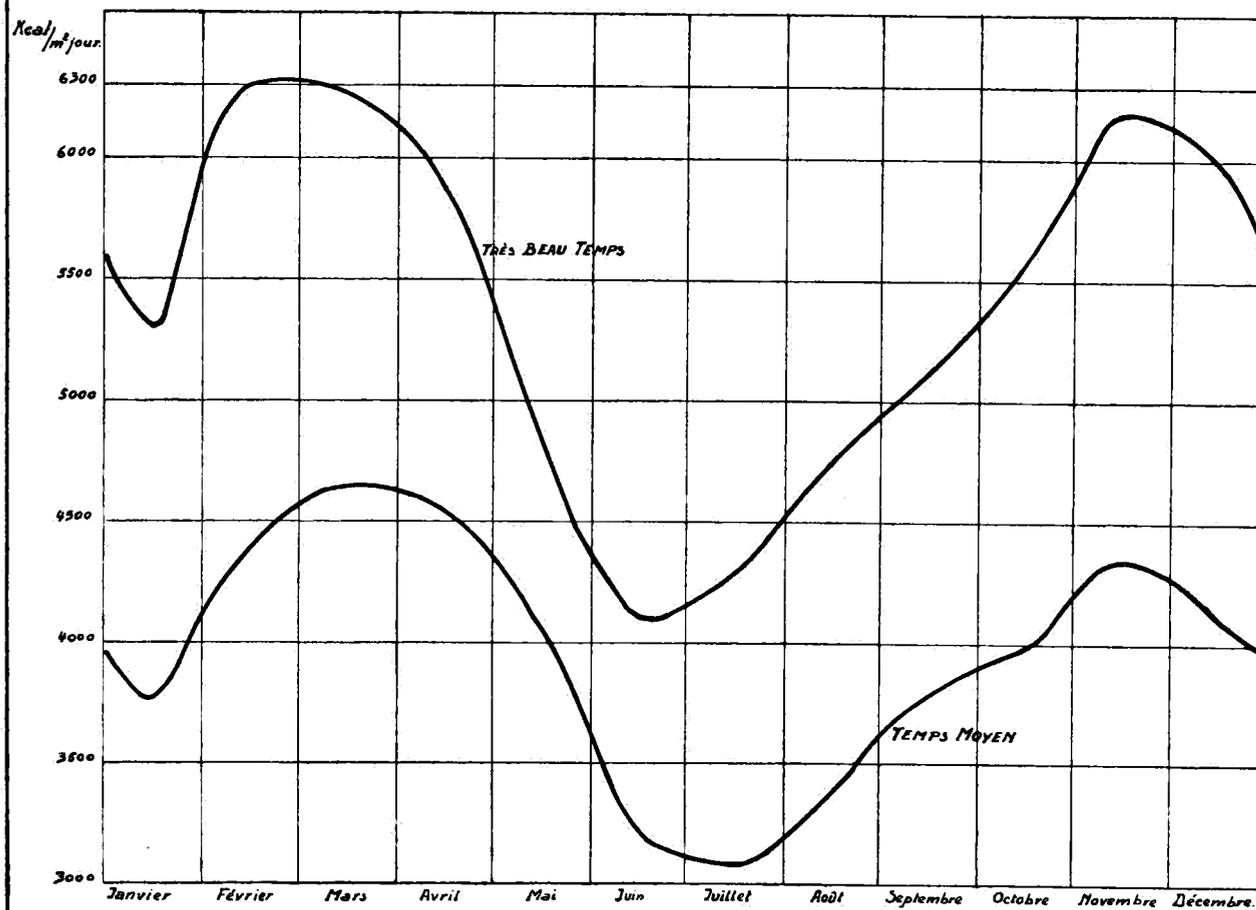
GR. 9



Valeurs instantanées du rayonnement reçu par des plans verticaux qui se trouveraient en dehors de l'atmosphère.

RAYONNEMENT TOTAL SURFACE HORIZONTALE

GR. 10

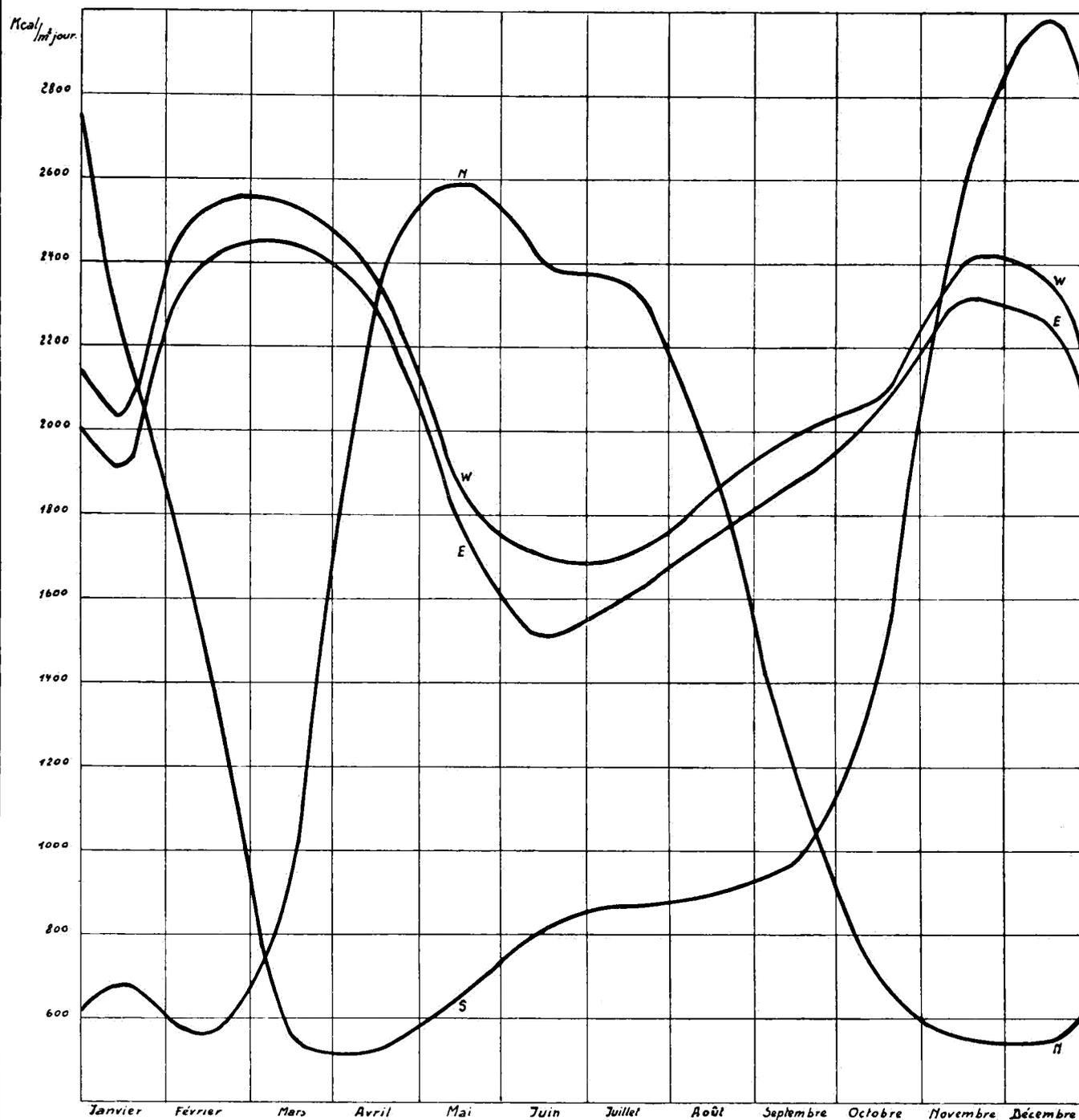


Moyennes mensuelles du rayonnement total à Léopoldville. Surface horizontale.

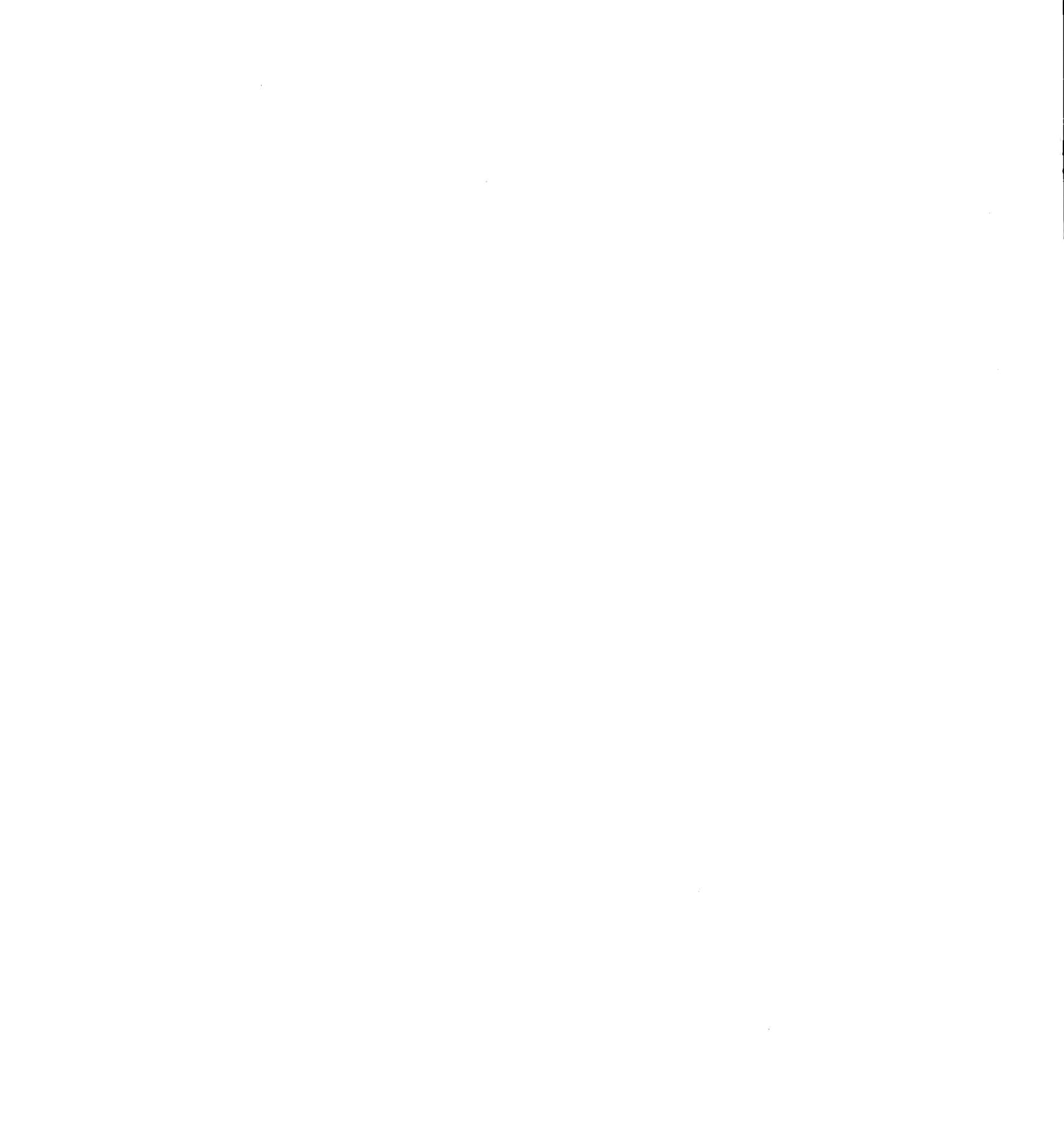


RAYONNEMENT TOTAL TRES BEAU TEMPS

GR. 11

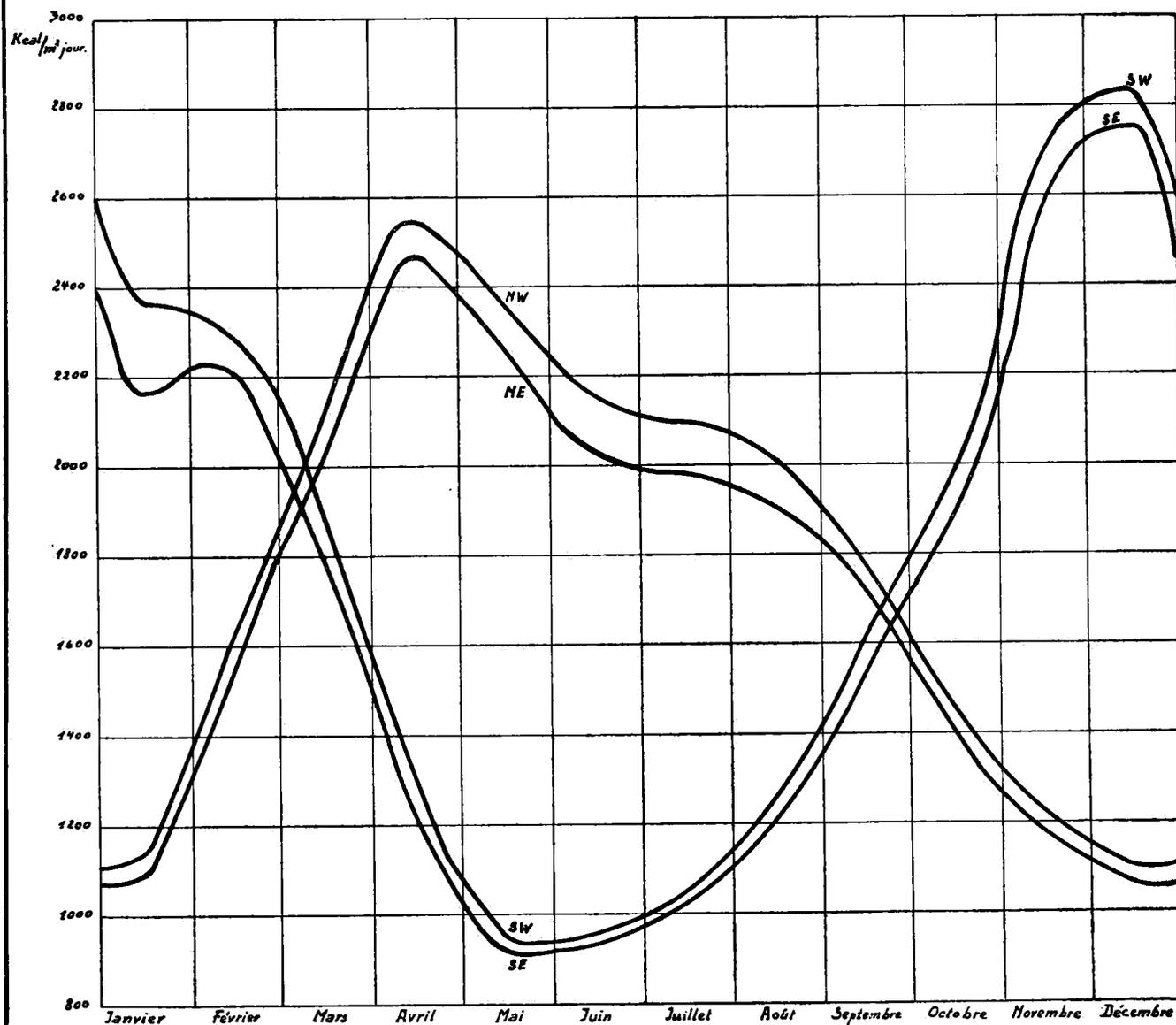


Moyennes mensuelles du rayonnement total à Léopoldville. Plans verticaux N, E, S, W.



RAYONNEMENT TOTAL TRES BEAU TEMPS

GR 12

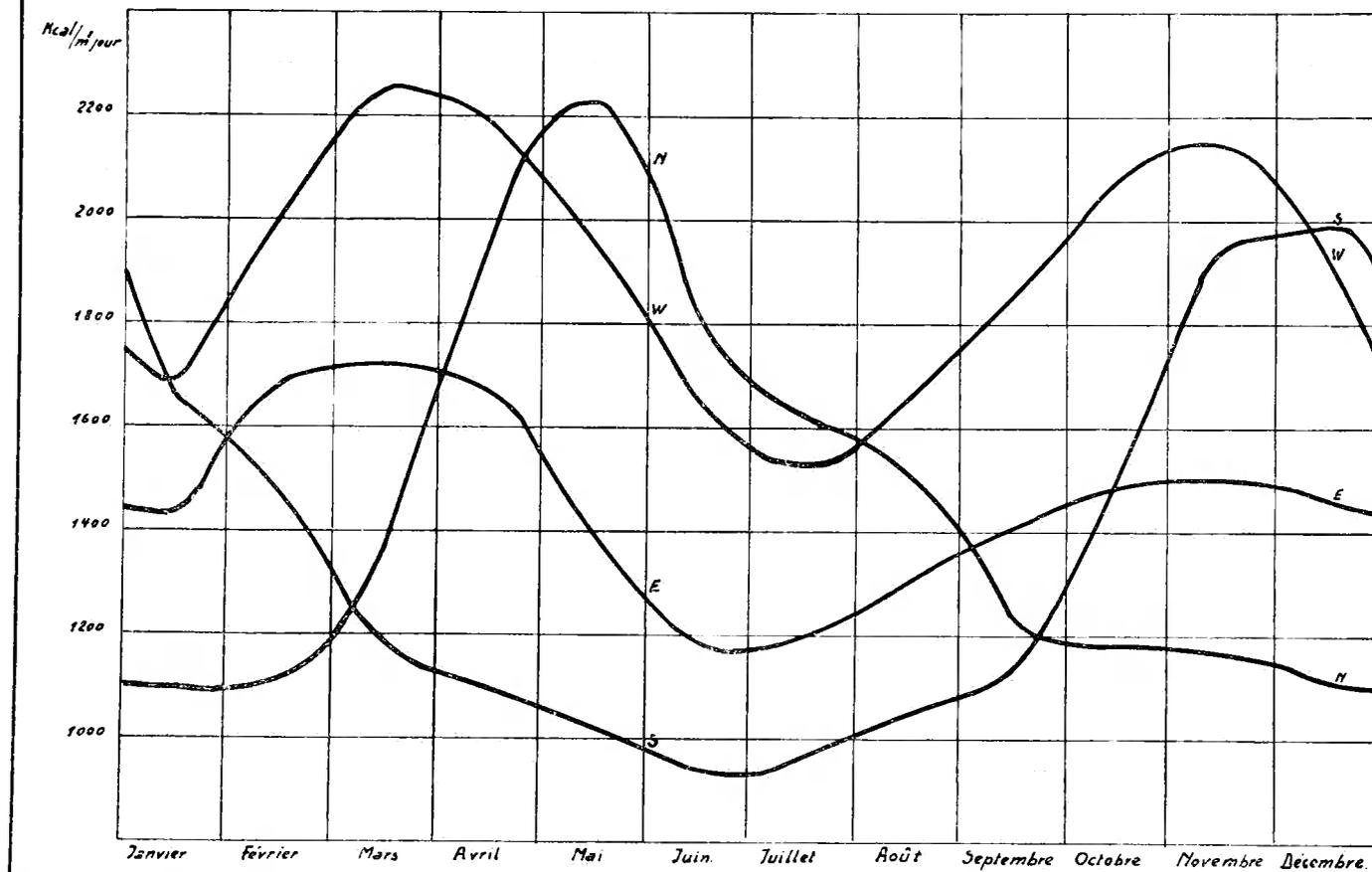


Moyennes mensuelles du rayonnement total à Léopoldville. Plans verticaux NW, NE, SW, SE.

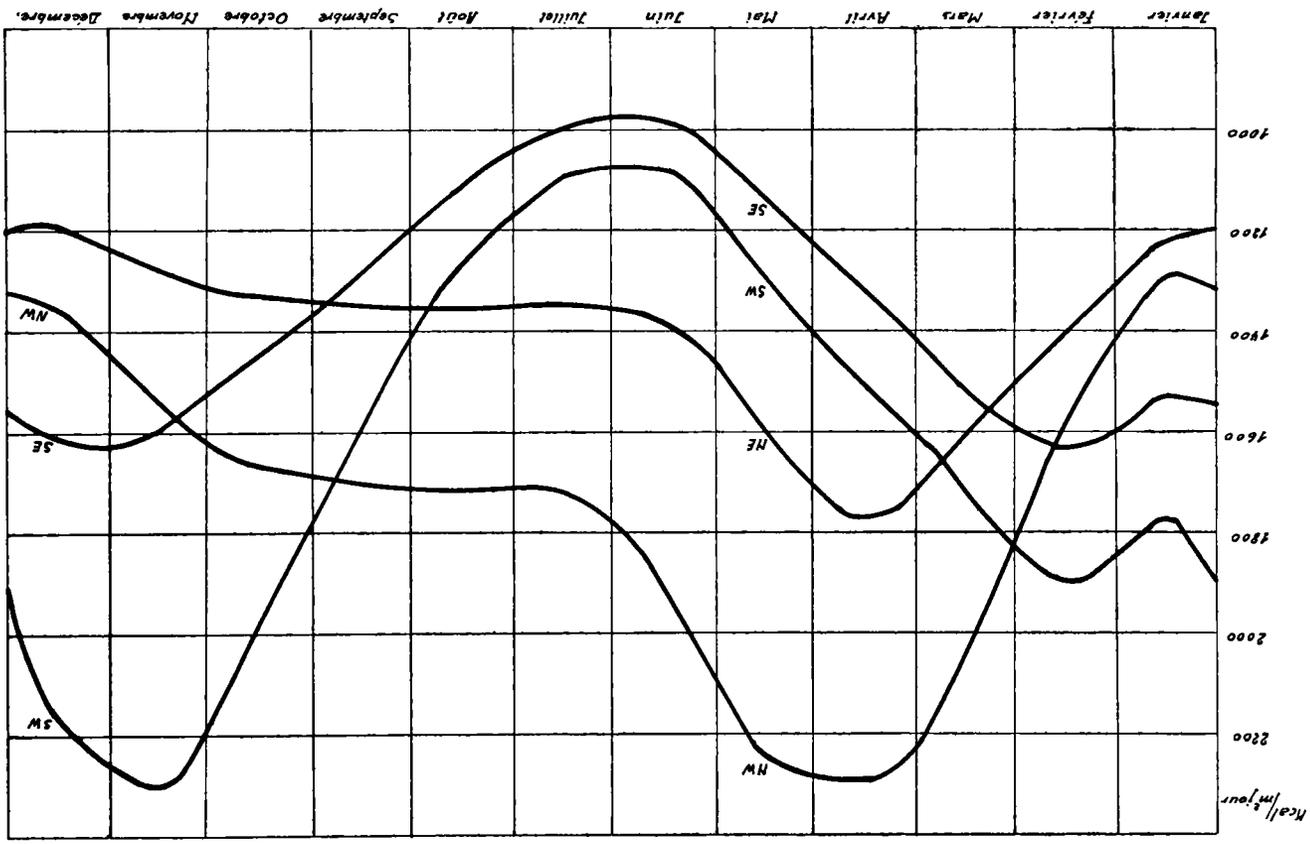


RAYONNEMENT TOTAL TEMPS MOYEN

GR. 13



Moyennes mensuelles du rayonnement total à Léopoldville. Plans verticaux N, E, S, W.



RAYONNEMENT TOTAL TEMPS MOYEN

GR 1*

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3
Mesures et méthodes de calcul	7
Résultats	9
Conclusions	17
Summary	18
BIBLIOGRAPHIE	19
TABLEAUX (1 à 16)	20
GRAPHIQUES (1 à 14)	51

