

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

ADMINISTRATION DES MINES

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Service Géologique de Belgique

Aardkundige Dienst van België

rue Jenner 13 - 1040 BRUXELLES

Jennerstraat 13 - 1040 BRUSSEL

OBSERVATIONS PIEZOMETRIQUES SUR LA NAPPE DU
CALCAIRE CARBONIFERE DU TOURNAISIS EN 1968-1969
M. GULINCK

PROFESSIONAL PAPER

1970 N° 10

**OBSERVATIONS PIEZOMETRIQUES SUR LA NAPPE DU
CALCAIRE CARBONIFERE DU TOURNAISIS EN 1968-1969**

M. GULINCK

OBSERVATIONS PIEZOMETRIQUES SUR LA NAPPE DU
CALCAIRE CARBONIFERE DU TOURNAISIS EN
1968 - 1969.

par M. GULINCK.

CHAPITRE I - INTRODUCTION.

Nous présentons ici une première étude d'ensemble des résultats actuellement obtenus dans les puits d'observations de Leers-Nord, Templeuve, Blandain, Marquain, Hérinnes, Molembaix, Velaines, Kain. (*)

Sauf au puits de Leers-Nord, toutes les mesures ont été faites par enregistrement continu à l'aide d'appareils de la marque R. FUESS, type 1026 F.

On a adopté les échelles suivantes : Hérinnes 1/20, Templeuve 1/10, Molembaix, Velaines, Blandain, Kain, Marquain : 1/5.

Des mesures isolées au câble électrique ont été faites à intervalles plus ou moins réguliers dans le puits de Leers-Nord et occasionnellement aussi dans les autres puits.

L'appareil placé à Templeuve était déjà en fonctionnement depuis 1967, mais les enregistrements de 1968 et 1969 ont été rendus en grande partie inutilisables par suite de défections répétées de l'installation de mesure. Son fonctionnement normal a été rétabli en octobre 1969.

L'appareil de Marquain s'est bloqué à diverses reprises. Il a d'autre part donné des fluctuations qui semblent parfois aberrantes.

(*) M. GULINCK - R. LEGRAND : Sondages de reconnaissance hydrologique dans le Calcaire Carbonifère du Tournaisis. Service Géol. de Belgique, Prof. Paper 1968 n° 7.

Les mesures faites à Blandain, Molembaix et Velaines furent définitivement mises en route en août 1968. Elles sont généralement en bonne concordance mutuelle.

L'appareil de Kain a donné des mesures valables à partir de octobre 1968.

Les enregistrements de Hérinnes sont utilisables à partir de mai 1968 et semblent être parfaitement fidèles. Les mesures de contrôle faites au cable électrique ne montrent aucune dérive accidentelle appréciable de l'appareil.

Tous les enregistrements furent interrompus entre le 7 février et le 12 mars 1969. Le puits de Hérinnes n'a de plus, pas fourni d'information entre le 7 et 25 avril 1969.

Il a aussi été tenu compte dans cette étude, de plusieurs données piézométriques relatives à quelques captages situés dans le couloir Mouscron-Leuze, qui nous furent communiquées par la Régie des Eaux de Mouscron et la Société Nationale des Distributions d'Eau. (*).

Les documents graphiques de base accompagnant ce rapport sont reportés en annexe et comprennent :

- Une carte localisant les points d'observation et les puits mentionnés, sur laquelle ont été reportées quelques indications générales au sujet de la position de la nappe en 1969.
- Une réduction des enregistrements originaux à Hérinnes pour 1968 et 1969.
- Une réduction des enregistrements originaux dans les autres puits pour l'année 1969, avec la représentation des variations de la pression atmosphérique enregistrée à Uccle.

(*) Dans ces puits, la profondeur de la nappe est mesurée à l'aide d'un manomètre.

- Deux planches comparant l'allure générale de la nappe dans les puits de Mouscron, Leers-Nord, Hérinnes, Molembaix, Templeuve, Blandain, Kain et Marquain, respectivement pour 1968 et 1969.

Nous avons enfin été amenés à examiner certains problèmes théoriques qui seront traités séparément.

*

* * *

CHAPITRE II - NATURE DES FLUCTUATIONS OBSERVEES.

Les enregistrements et les graphiques "condensés" font apparaître diverses fluctuations manifestement liées à des causes indépendantes.

1° - Fluctuations de faible amplitude à période diurne ou semi-diurne.

Tous les diagrammes montrent de façon plus ou moins nette (suivant la fidélité de l'enregistrement) des fluctuations à période diurne dont l'amplitude peut atteindre 3 cm aux puits de Blandain, Molembaix et Marquain (observations de 1968). Elles dépassent 4 cm au puits de Velaines où ces fluctuations sont particulièrement persistantes et accentuées.

On les retrouve encore à divers moments au puits de Hérinnes où leur amplitude peut atteindre 9 cm.

Sur ces variations diurnes se greffent parfois des variations semi-diurnes plus faibles.

L'action des marées terrestres pourrait donner une explication du phénomène. L'ordre de grandeur des fluctuations est de toute façon le même que celui constaté en d'autres occasions, notamment au puits de Turnhout.

L'accentuation du phénomène à Velaines et à Hérinnes est due, soit à une sensibilité plus grande des appareils, soit à l'hétérogénéité même de la nappe.

L'influence éventuelle de changements de débit dans les puits existants dans la région ne peut être invoquée pour expliquer le phénomène.

2° - Fluctuations d'origine atmosphérique.

Des fluctuations d'assez grande amplitude apparaissent synchroniquement sur les graphiques de Velaines, Blandain, Molembaix et Templeuve.

Elles sont manifestement liées aux changements de la pression barométrique.

Le phénomène a déjà été observé et analysé au puits de Templeuve en 1967. (*)

En comparant la profondeur de l'eau dans le puits avec la pression atmosphérique enregistrée à Uccle (des enregistrements locaux ne sont pas encore disponibles), on avait trouvé un coefficient de réduction $B = 0,747$ pour la formule

$$h - h_0 = -B (p - p_0)$$

Nous avons calculé ce même coefficient pour l'année 1969 mais en comparant directement les écarts Δh et Δp , méthode qui nous paraît préférable à la précédente à cause de la dérive de la nappe.

Les faibles variations sont probablement facilement affectées par diverses influences parasitaires. Nous avons donc écarté celles correspondant à

$$\Delta p < 6,8 \text{ cm d'eau (5 mm H}_g\text{)}$$

Les moyennes arithmétiques calculées sur toute l'année 1969 prennent les valeurs suivantes :

(*) M. GULINCK - V. MARUN : Variation du niveau de l'eau en 1967 dans le puits de Templeuve - Service Géol. de Belgique, Prof. Paper 1968 n° 17.

Δp à Uccle (mm H ₂ O) g	Velaines.	Blandain.	Molembaix.	Templeuve.
5 - 10	0,86	0,69	0,59	
10 - 20	0,88	0,83	0,72	0,66
20	0,90	0,86	0,80	0,70
Nombres de mesures.	88	79	46	14
caractère de la nappe.	captive	dénoyée	idem	idem

La dispersion des points représentant les diverses valeurs individuelles de B, diffère d'un puits à l'autre. Cela pourrait être dû à une inégale fidélité des appareils. (Figures 27, 28, 29 en annexe).

Notons aussi le fait, encore inexpliqué, que B varie légèrement en fonction de Δp .

Le coefficient B est directement lié aux caractères hydrologiques et élastiques du terrain aquifère. Mais dès que la nappe se dénoye, B devient pratiquement égal à 1, sauf si le tubage est ouvert avant de toucher la nappe, ce qui est ici le cas pour Blandain et Molembaix. Il en est de même si la zone phréatique de la nappe n'est pas fort éloignée.

En conséquence, les fluctuations d'origine barométrique qui se manifestent dans les puits de Velaines, Blandain, Molembaix et Templeuve ne permettent pas encore, par suite des circonstances locales, de fournir des informations concrètes au sujet des caractéristiques du terrain aquifère. Cela pourrait peut-être devenir possible si l'on dispose ultérieurement d'un grand nombre d'observations de ce genre.

Ce problème est commenté en détail dans le chapitre IV.

L'influence de la pression atmosphérique apparaît quelquefois à Hérinnes, par exemple du 7 - 12 novembre 1969, mais elle y est le plus souvent étouffée par les fluctuations hebdomadaires de la nappe.

Elle se remarque encore dans le puits de Kain, mais y est très fortement amortie. On se trouve d'ailleurs ici en bordure de la zone hydrologiquement découverte.

Le puits de Marquain, situé dans la zone captive dénoyée, n'enregistre aucune influence barométrique. Nous ne sommes toutefois pas absolument certain de la fidélité des enregistrements obtenus dans ce puits.

3° - Fluctuations dues aux pompages intermittents dans la région industrielle de Roubaix-Tourcoing.

a) Fluctuations hebdomadaires.

Celles-ci sont remarquablement mises en évidence sur les enregistrements de Hérinnes et le graphique des mesures journalières faites à Mouscron.

Ce phénomène, connu depuis longtemps se poursuit donc toujours.

Les fluctuations hebdomadaires s'amortissent rapidement en direction de l'Est. Il est difficile de les déceler avec certitude sur les diagrammes de Velaines, Molembaix, Elandain et Kain.

b) Fluctuations de plus longue période.

Des arrêts prolongés de l'activité industrielle se marquent également fort bien à Mouscron, Leers-Nord, Velaines, Molembaix et Templeuve (observations de 1967).

Outre la période des vacances estivales, il faut noter tout spécialement l'influence de l'arrêt dû aux grèves de mai-juin 1968 constaté à Mouscron, Leers-Nord et Hérinnes. Les autres appareils n'avaient malheureusement pas encore été mis en place à cette époque.

Le tableau ci-après donne quelques indications au sujet de l'amplitude de certaines fluctuations et de la durée correspondante :

<u>Variations hebdomadaires.</u>	<u>Mouscron.</u>	<u>Leers.</u>	<u>Hérinnes.</u>	<u>Molembaix</u>
moyenne pour 1968 (*)	2,60		0,74	
moyenne pour 1969 (*)	3,17		0,77	
<u>Variations de plus longue durée.</u>				
juin 1968 (30 jours)	4,30 m	3,50 m	2,00 m	
juillet-août 1968 (50 jours)	3,20 m	3,20 m	1,90 m	
juillet 1969 (30 jours)	4,00 m	2,50 m	1,35 m	
juillet-août 1969 (50 jours)	3,30 m	3,30 m	2,20 m	0,75 m

Ces chiffres n'ont qu'une valeur comparative provisoire. On constate parfois des effets parasites locaux encore inexpliqués. Ils pourraient éventuellement résulter d'un déplacement du centre de gravité des pompes intermittents.

4° - Dérive générale de la nappe.

Si l'on passe à la dérive générale de la nappe, dans laquelle interviennent tous les prélèvements, c'est-à-dire aussi bien ceux des captages de Mouscron, Pecq, St. Léger et autres, que ceux effectués dans la région industrielle de Roubaix-Tourcoing, on constate qu'elle varie relativement peu d'un point à l'autre.

En tenant compte de l'allure moyenne de la nappe, le fléchissement annuel pour la période 1968-1969 prend les valeurs suivantes :

	<u>D</u>	<u>A</u>
Mouscron.....	0,50	4,40
Leers-Nord.....	1,20	
Hérinnes.....	1,00	1,30
Molembaix-Blandain.....	1,00	
Kain.....	0,90	
Velaines.....	0,80	
Marquain.....	0,70 (?)	

(*) calculées sur 20 mesures représentatives.

Dans la colonne D les points correspondants ont été pris au début du mois de décembre. On note un fléchissement accru de la nappe au début décembre 1968 dans le puits de Mouscron, qui ne concorde pas avec les observations faites à Hérinnes. Cela fausse la valeur de l'écart annuel qu'on en déduit pour Mouscron et qui nous paraît douteux.

Dans la colonne A, on a comparé les niveaux moyens de la nappe à la date du 15 août.

5° - Extension de la zone dénoyée. (Voir figure 32 en annexe).

En 1969 la zone dénoyée a dépassé Leers-Nord. Tous les points d'observation, à l'exception de Hérinnes et Velaines, y sont donc inclus.

L'étendue de cette zone dépasse 150 km^2 en territoire belge. En tenant compte de son prolongement en territoire français on arrive à une surface globale d'environ 250 km^2 .

En admettant une porosité moyenne effective de 2 %, un fléchissement de 1,00 m dans la zone dénoyée signifie donc qu'un volume de 5 millions de m^3 a été soutiré de 1968 à 1969 au stock de la nappe.

Nous avons montré dans l'étude du puits de Mouscron qu'un fléchissement annuel de cette importance est provoqué par un accroissement du débit global annuel enlevé à la nappe.

Il apparaît donc que cet accroissement ne peut, dans les circonstances actuelles, se faire qu'aux dépens du stock même de la nappe.

L'influence des débits antérieurs, restés constants, varie en fonction du logarithme du temps et tend à se stabiliser. Ceux-ci ne prennent donc, endéans certaines limites qui peuvent se modifier dans le temps, qu'une part relativement faible au stock de la nappe.

*

* *

CHAPITRE III - INTERPRETATION THEORIQUE DES FLUCTUATIONS

OBSERVEES.

Notons d'abord que l'analyse des fluctuations de la nappe, enregistrées à Hérinnes peut nous permettre de refaire le calcul de la valeur locale de la transmissivité moyenne de la nappe si l'on connaît le volume des prélèvements, ainsi que nous l'avons fait pour Mouscron. (*)

Cela fera peut-être l'objet d'un travail ultérieur.

Nous nous préoccupons ici du problème de l'amortissement des fluctuations de diverses périodes en fonction de la distance des prélèvements, auquel on peut aussi donner une explication théorique.

Admettons, pour simplifier les calculs, que le couloir dans lequel se placent les prélèvements et les puits d'observation, fasse partie d'un massif latéralement indéfini.

On obtient ainsi un modèle à une dimension, dans lequel les mouvements de la nappe sont régis par une loi de forme classique :

$$(1) \frac{\partial^2 s}{\partial x^2} = \frac{S}{T} \frac{s}{t} \quad \text{On pose } S/T = 2 a^2$$

S = coefficient d'emmagasinement

T = transmissivité

Q = débit par unité de largeur à travers une section quelconque, située à une distance x du front de prélèvement

s = rabattement au point x

Au point origine (x = 0) un pompage Q_0 provoque un rabattement instantané s_0 .

Le rapport entre Q_0 et s_0 peut en première approximation être supposé constant.

(*) Référence citée p. 1

Si à l'origine $x = 0$ on applique un rabattement à caractère périodique tel que, par exemple :

$$(2) \quad s = s_0 \cdot \sin(\omega t - \alpha) \quad . \quad \omega = 2\pi/\tau \quad \tau = \text{période}$$

l'équation (1) admet la solution :

$$(3) \quad s = s_0 \cdot \exp(-ax\sqrt{\omega}) \cdot \sin(\omega t - \alpha - ax\sqrt{\omega})$$

Les fluctuations subissent donc un déphasage angulaire $\varphi = ax\sqrt{\omega}$ et un amortissement $= \exp(-\varphi)$.

$$\text{Pour } x = \infty \quad \exp(-\varphi) = 0$$

Pour a très grand $\exp(-\varphi)$ devient petit.

$$\text{Pour } \omega = 0 \quad \exp(-\varphi) = 1$$

Si l'on exige $s = 0$ pour $t = 0$, quelque soit x , il faut poser $\alpha = 0$.

La vitesse de propagation d'un maximum se produisant à l'origine ($x = 0$) vaut $\sqrt{4\pi T/\tau S} = \sqrt{\omega}/a$. L'écart dans le temps au point x vaut $t' = ax/\sqrt{\omega}$

Pour donner plus de généralités à ces considérations, il suffit de remplacer (2) par une somme de fonctions périodiques.

L'intégrale (3) prend alors également la forme d'une somme de fonctions périodiques amorties. Les conclusions précédentes y restent applicables (*).

Par conséquent :

1° - l'amplitude des variations diminue rapidement lorsque l'on s'écarte de l'origine, c'est-à-dire de la zone des prélèvements.

2° - Cet amortissement est d'autant plus fort que les périodes sont courtes. Les fluctuations lentes sont faiblement amorties.

(*) On retrouve ici les conditions du problème posé par l'influence des marées sur une captive débouchant en mer. Ce problème a été étudié par L. FERRIS : Cyclic Fluctuations of Water Level as a Basis for determining aquifer Transmissibility - Assoc. Int. Hydr., Bruxelles, 1951, t. II, p. 148.

3° - En passant d'une zone captive à une zone dénoyée, où le coefficient S/T devient beaucoup plus grand (dans ce cas S = porosité effective; T ne change pas), l'amortissement des courtes fluctuations doit s'accroître considérablement.

4° - Des considérations semblables s'appliquent au déphasage φ qui est fonction des mêmes facteurs.

En se reportant aux pages antérieures et à la figure 1, on constatera que ces considérations théoriques s'appliquent parfaitement à nos observations de 1968-1969.

On peut même essayer d'aborder l'aspect quantitatif du problème. Envisageons par exemple une nappe ayant les caractéristiques que nous avons calculées pour Mouscron, c'est-à-dire :

$$T = 2,40 \cdot 10^3 \text{ m} \quad \text{et} \quad S = 1,03 \cdot 10^{-4}$$

soit $S/T = 2 a^2 = 4,30 \cdot 10^{-8} \text{ j/m}^2$

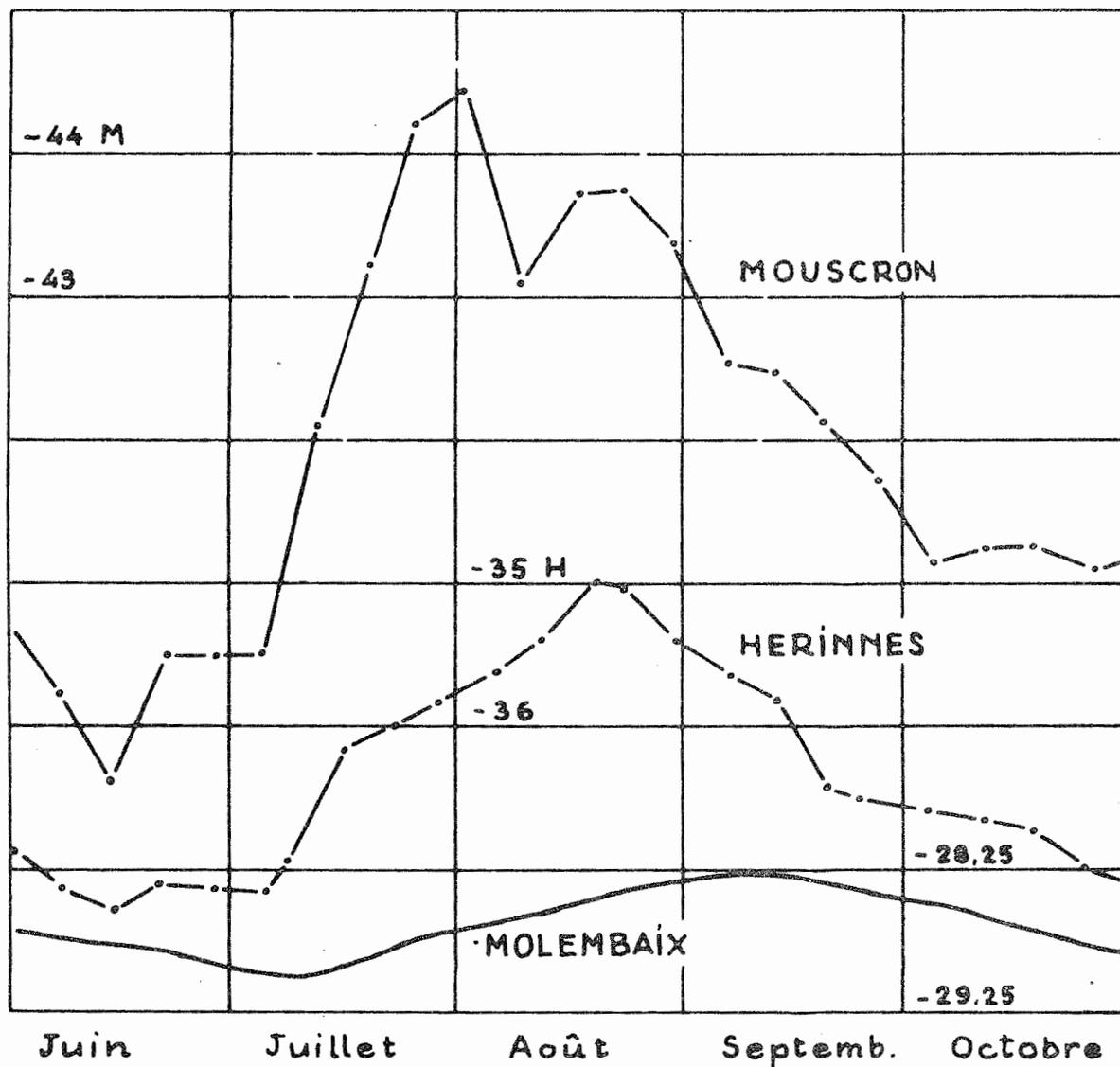
Nous avons construit des abaques donnant, dans ces conditions, le coefficient d'amortissement $\exp(-\varphi)$ et le temps du déphasage $t' = ax/\sqrt{\omega}$ exprimé en jours, pour des fluctuations simples de diverses périodes, à des distances variant de 5 à 50 km (Fig. 2).

Ces abaques concrétisent bien les conclusions théoriques précédentes.

Il est prématuré de s'engager plus loin dans une application concrète de ces considérations théoriques. Des mesures plus nombreuses sont indispensables.

*

* *



ALLURE MOYENNE DE LA NAPPE PENDANT L'ETE 1969 MONTRANT
 L'AMORTISSEMENT ET LE DEPHASAGE D'UNE FLUCTUATION SAISONNIERE
 CONSECUTIVE A UN RALENTISSEMENT MOMENTANNE DES POMPAGES
 DANS LA ZONE INDUSTRIELLE ROUBAIX-TOURCOING

Fig. 1

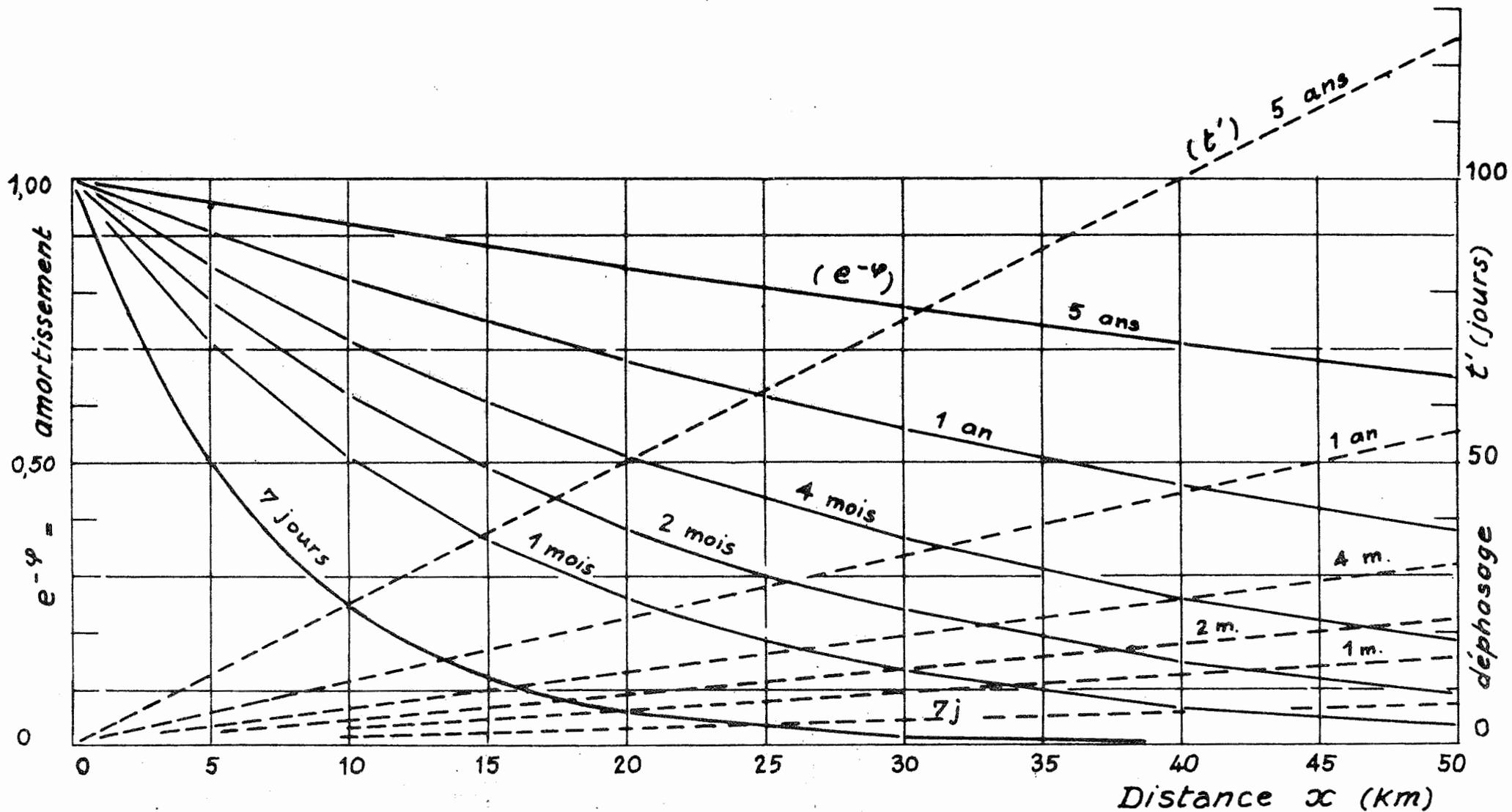
NOTE COMPLEMENTAIRE

CHAPITRE IV

INFLUENCE DES VARIATIONS DE LA PRESSION

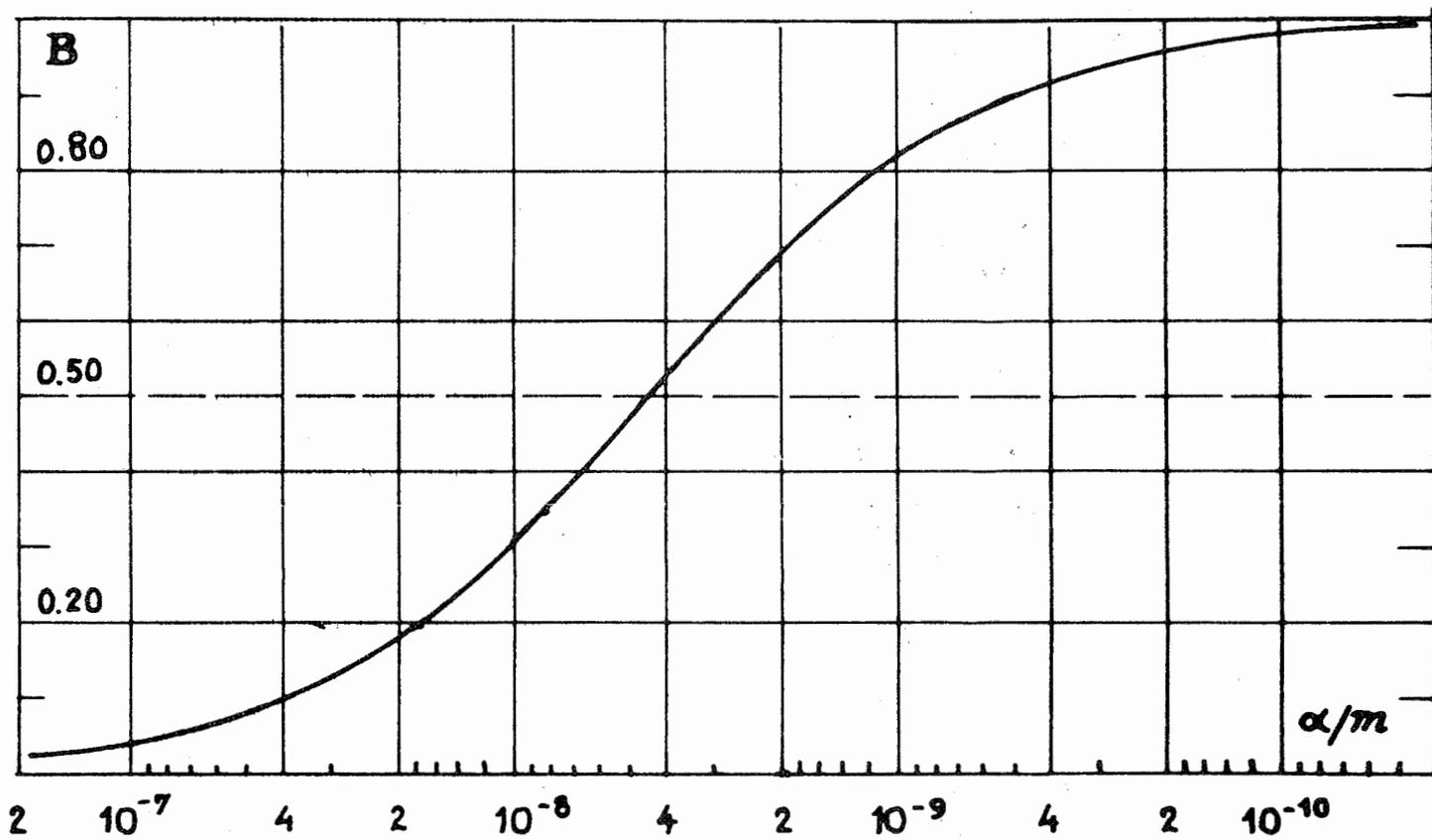
ATMOSPHERIQUE SUR LE NIVEAU D'UNE

NAPPE CAPTIVE DEVOYEE



Coefficient d'amortissement = $\exp(-\varphi)$ et déphasage d'une fluctuation périodique simple, pour diverses périodes, dans une nappe captive avec $S/T = 4,30 \cdot 10^{-8}$ j/m², en fonction de la distance au front de rabattement

Fig: 2



COEFFICIENT DE REDUCTION DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE

POUR UNE NAPPE CAPTIVE $\Delta h = -B \cdot \Delta p$ (en hauteur d'eau)

$$1/B = 1 + \alpha/m\beta \quad \text{avec} \quad \beta = 4,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{kg}$$

Fig: 3

CHAPITRE IV - INFLUENCE DES VARIATIONS DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE SUR LE NIVEAU D'UNE NAPPE CAPTIVE DENOYEE.

Pour une nappe captive normale, la relation entre les variations de la pression atmosphérique p et celles de la hauteur h de l'eau dans le puits, se présente comme suit :

$$\gamma dh = - B. dp \quad 1/B = 1 + \alpha/m\beta$$

α = compressibilité de la couche aquifère

β = idem. de l'eau ($4,5 \cdot 10^{-9}$ m²/kg)

γ = poids spécifique de l'eau

m = porosité de la couche.

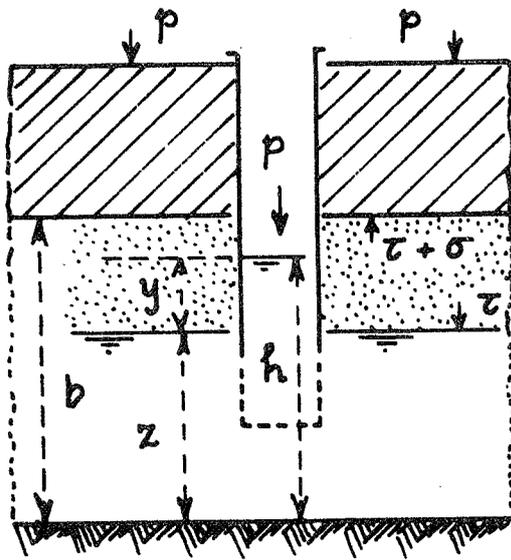
Une augmentation de la pression atmosphérique entraîne une augmentation de la profondeur de l'eau dans le puits.

Le facteur B varie entre 0 et 1 suivant la compressibilité de la couche (figure 3).

Cette formule suppose implicitement que le tubage est absolument rigide de sorte que son orifice reste fixe par rapport au fond de la couche aquifère.

Elle suppose encore que la couverture transmet intégralement les variations de la pression extérieure. Cela est possible, en dehors du cas idéal ou tout est rigoureusement uniforme, lorsque la couverture ne possède aucune rigidité.

Cette rigidité joue un rôle important lorsque la couverture repose sur des zones d'inégale compressibilité de la couche aquifère, notamment dans le cas d'un terrain karstique découpé (figure 4). Les zones les plus résistantes reprendront la plus grande partie des variations de pression extérieure qui se feront à peine sentir dans les zones aquifères beaucoup plus compressibles.



couverture imperméable

zone dénuyée

zone aquifère

substratum

p = pression atmosphérique

τ = pression de l'air inclus dans le terrain

σ = pression sur le terrain

h = hauteur de la nappe mesurée dans le puits

z = hauteur réelle de la nappe

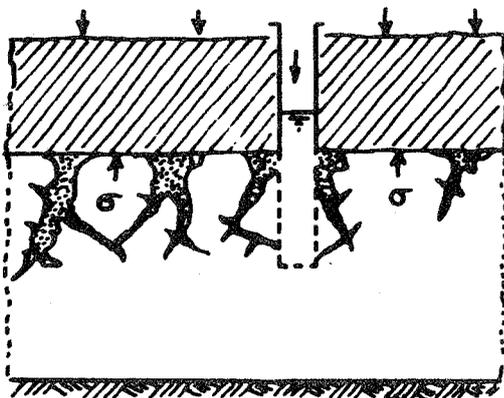


Schéma d'un terrain aquifère
karstique "décapé" , en
zone captive

Fig. 4

Par conséquent $\gamma dh + dp \sim 0$, donc $B \sim 1$

Dans le cas d'une nappe dénoyée, la présence d'une frange d'air ne permet plus le transfert des variations de pression extérieure sur la nappe, sauf si cette frange est extrêmement réduite ou si la couche aquifère est anormalement compressible.

Le niveau de la nappe restera sensiblement constant et l'on aura encore dans le tubage, à la condition que celui-ci ne soit perforé qu'au-dessous du niveau de la nappe :

$$\gamma dh + dp \sim 0, \text{ donc } B \sim 1$$

Une formule rigoureuse peut s'établir en partant des relations suivantes valables pour une surface unitaire (on suppose que la section du puits est suffisamment petite pour pouvoir négliger l'effet d'emmagasinement dans le tubage). (figure 4).

$$(1) \quad dp + \gamma dy = d\tau; (\gamma dh = -dp + d\tau + \gamma dz)$$

$$(2) \quad dp = d\tau + d\sigma$$

$$(3) \quad (1-m)b = \text{constant} \quad b \, dm = (1-m)db \quad db = \frac{dm}{m}$$

$$(4) \quad db = -\alpha b \, d\sigma$$

$$(5) \quad d \, m z = -\beta \cdot m z \cdot d\tau = m \cdot d \, m z + z \cdot dm$$

$$(6) \quad d \, m' (b-z) = -m' (b-z)/\tau \cdot d\tau$$

On en déduit :

$$db = -\alpha b \cdot d\sigma = -m \cdot z \cdot A \cdot \beta \quad \text{avec } A = 1 + \frac{b-z}{z\beta\tau}$$

$$d\tau = C \cdot d\sigma \quad \text{avec } C = \alpha b / z m A \cdot \beta$$

$$d\tau = C/(1+C) \cdot dp \quad \gamma dy = -1/(1+C) \cdot dp$$

Il reste à calculer dz

$$-mz\beta \cdot d\tau = m \cdot dz + z(1-m)/b \cdot db$$

$$-dz = z\beta \, d\tau - z(1-m) \cdot \alpha/mC \cdot d\tau = \frac{-zC}{(1+C)[(1-m)\alpha/mC - \beta]} \cdot dp$$

$$\text{Finalement avec } E = dz/dy = z\gamma[(1-m) \cdot \alpha/m - \beta C]$$

$$\gamma dh = -\frac{1-E}{1+C} \cdot dp$$

Si $b = z$ on a $C = \alpha/m\beta$ et $E = -z\gamma\alpha$

On ne retrouve donc pas complètement, à la limite, la formule d'une nappe captive normale, car il n'y a pas de continuité physique entre les deux cas. Notons toutefois que E est alors très voisin de 0.

Application à un cas concret.

Soit une nappe pour laquelle on aurait :

$$b = 50 \text{ m} \quad m = 0,20 \quad \beta = 0,45 \cdot 10^{-8} \quad \alpha/m\beta = 0,50$$

En zone captive normale on trouverait $B = 1/1,50 = 0,67$

Supposons que le dénoyage atteigne à peine $b-z = 0,10$ m et que dans la frange dénoyée, $\tau = 10^4$ kg/m² (environ la pression atmosphérique).

On trouve alors :

$$b/z \sim 1; \quad A = 41; \quad E = 10^{-4}; \quad C = 0,0125$$

Finalement $\gamma dh = -0,988 dp$

B est donc déjà très voisin de 1

En conclusion : le dénoyage d'une nappe captive conduit très rapidement à un changement notable dans les réactions du niveau d'un puits par rapport aux changements de la pression atmosphérique.

Cette conclusion reste valable quelque soit la configuration de la zone dénoyée et la nature du terrain aquifère (sable poreux ou calcaire karstifié).

Mais dans la réalité, diverses circonstances estompent considérablement ce contraste.

Puits lanternés au-dessus du niveau de la nappe.

Un échange d'air est possible entre l'atmosphère et la zone dénoyée. Le puits devient aspirant ou soufflant lors de variations importantes et rapides de la pression barométrique et du niveau de la nappe.

Cela diminue donc l'effet d'une variation de pression barométrique dans le tubage.

Comme on doit avoir très approximativement $\gamma dp + dh = 0$ dh s'en trouvera diminué. Les mesures donneront donc un coefficient B nettement inférieur à 1 et qui sera probablement influencé par la rapidité des variations.

En effet, les variations lentes ou de courtes amplitudes permettent un échange d'air plus complet et provoqueront des variations de niveau d'eau relativement plus faibles que lors de fluctuations barométriques rapides et importantes.

Influence des zones phréatiques voisines.

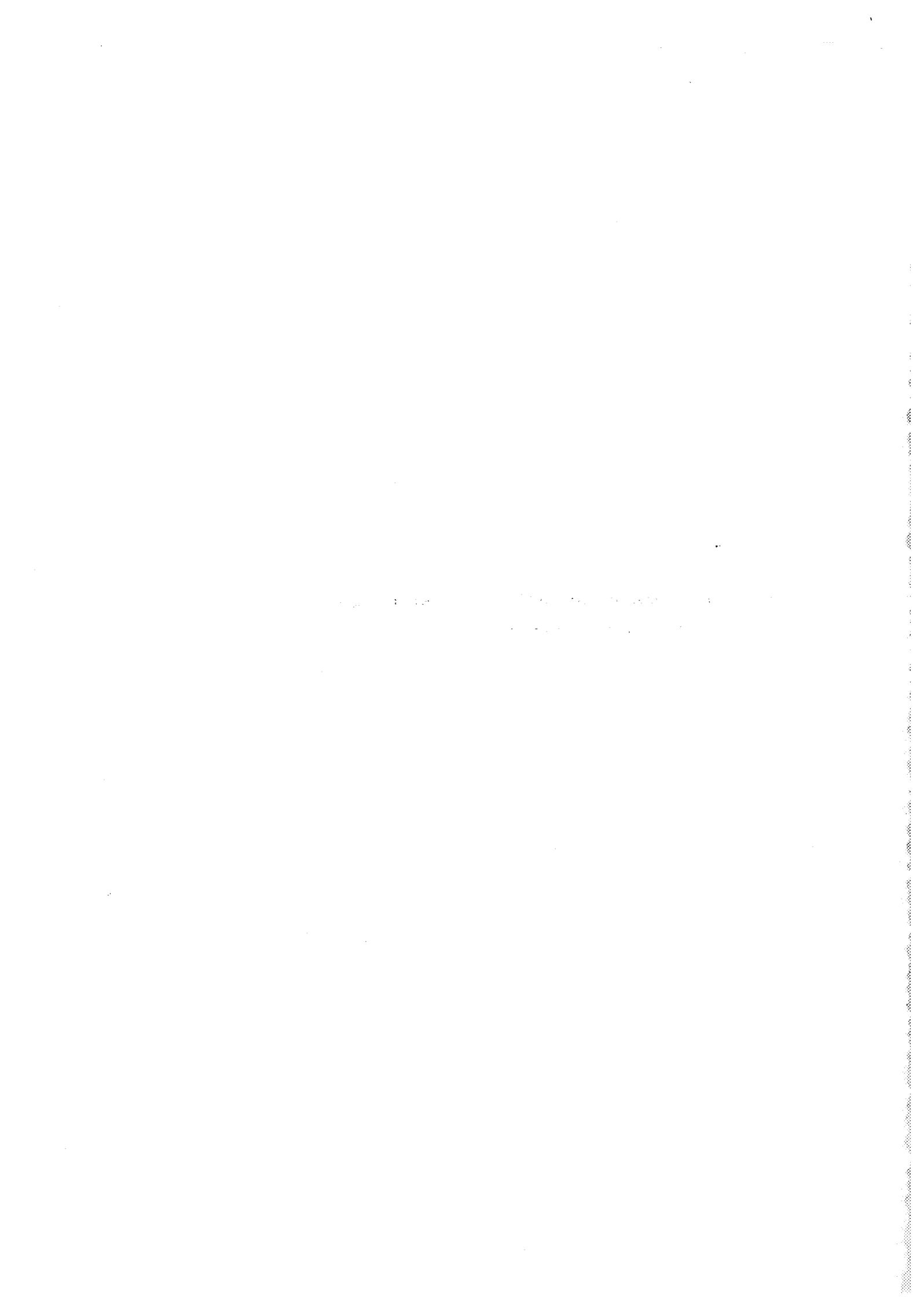
Dans une nappe strictement phréatique (abstraction faite de quelques phénomènes très particuliers) $B = 0$.

S'il n'y a pas de coupure entre les zones dénoyées et les zones phréatiques d'une même unité hydrologique, une circulation d'air se fera automatiquement dans la couche.

Le coefficient B prendra donc une valeur intermédiaire entre 1 et 0.

Le contraste qui, à ce point de vue pourrait exister entre les trois zones de la nappe dépendra de la distance mutuelle des points d'observation et donc aussi de l'extension globale du gisement aquifère considéré.

=====



DETAIL DES MESURES ISOLEES.

=====

REDUCTION DES ENREGISTREMENTS DE LA PROFONDEUR DE L'EAU
DANS LE PUIITS DE HERINNES RELEVÉE DU 10/VI/1968 AU
31/XII/1969.

MESURES JOURNALIERES FAITES AU PUIITS 4 DE MOUSCRON
(COTE ABSOLUE) PENDANT LA MEME PERIODE.

N. B. - L'échelle des profondeurs à Mouscron a été réduite de 1/5 par
rapport à celle de Hérinnes.

Les origines respectives du niveau de la nappe à Mouscron pour 1968 et
1969 sont décalées.

Figures 1.....7

OBSERVATIONS FAITES DANS QUELQUES CAPTAGES DE LA S. N. D. E. (*)

Captages de Pecq-St. Léger.

Au début de décembre 1969, le niveau de la nappe dans les puits de Pecq à l'arrêt se plaçait vers la côte -37.

Le fléchissement annuel de la nappe dans les divers puits de Pecq et St. Léger, pour la période 1968-1969, en début du mois de décembre variait entre 1,00 et 1,60 m.

A noter que les rendements de ces puits et les débits individuels prélevés variaient dans de larges proportions (50 à 360 m³ pour les débits horaires).

Captage de Celles.

En décembre 1969 le niveau "statique" de la nappe s'y plaçait à la côte -20. Les prélèvements mensuels en 1969 y ont varié de 5.000 à 16.000 m³.

Le niveau correspondant pour 1968 n'a pu être mesuré.

Captage de Hacquegnies.

Pendant la période 1968-1969 les niveaux statiques ont varié entre + 36,40 (début décembre 1969) et + 38,20 (mars-avril 1968 et 1969). Les prélèvements mensuels étaient compris entre 15.000 et 28.000 m³.

Captage de Leuze.

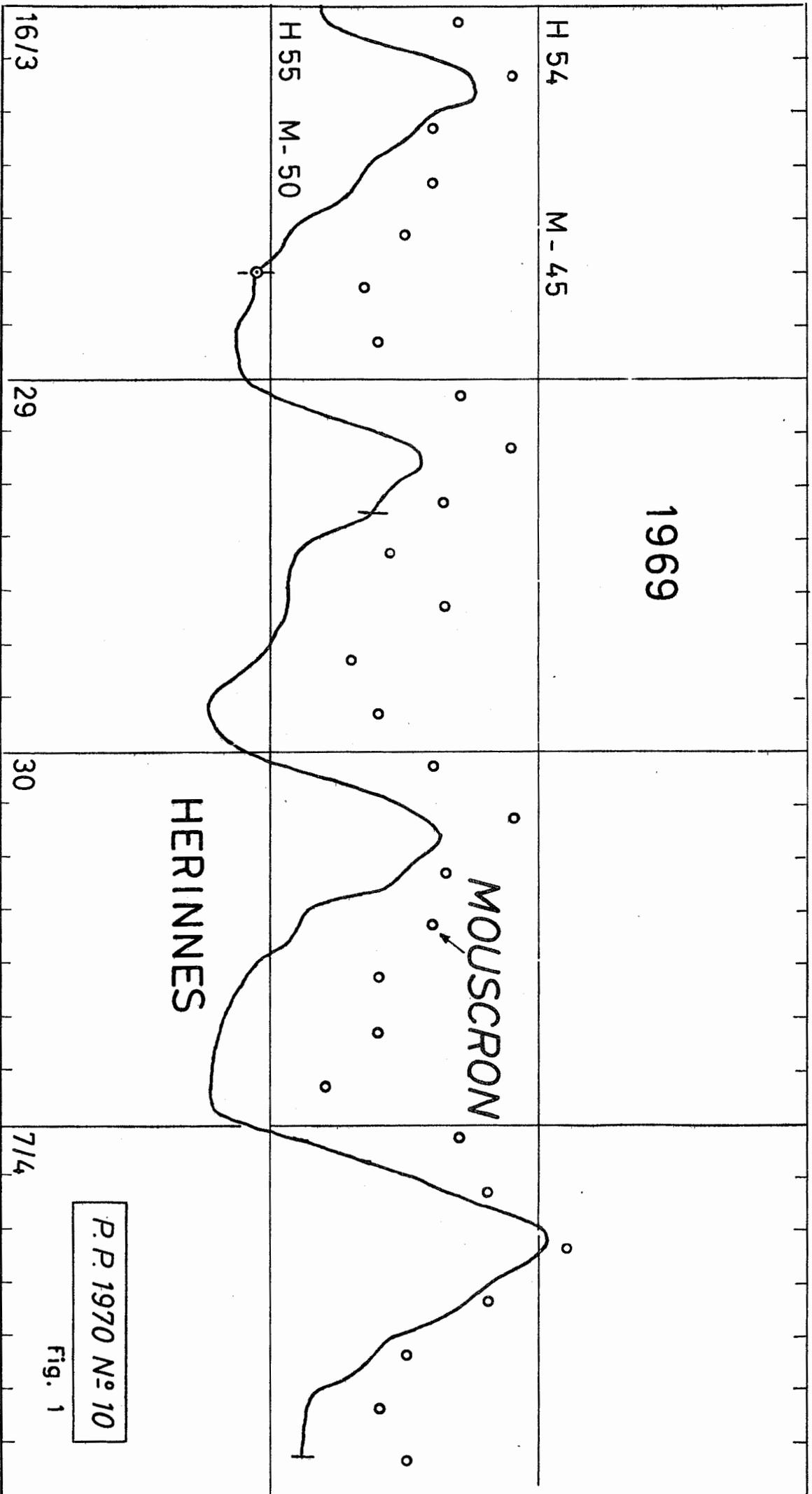
Le puits est resté jaillissant en 1968 et 1969 (côte d'évacuation du trop-plein : + 50). Les prélèvements mensuels y variaient entre 14.000 et 24.000 m³.

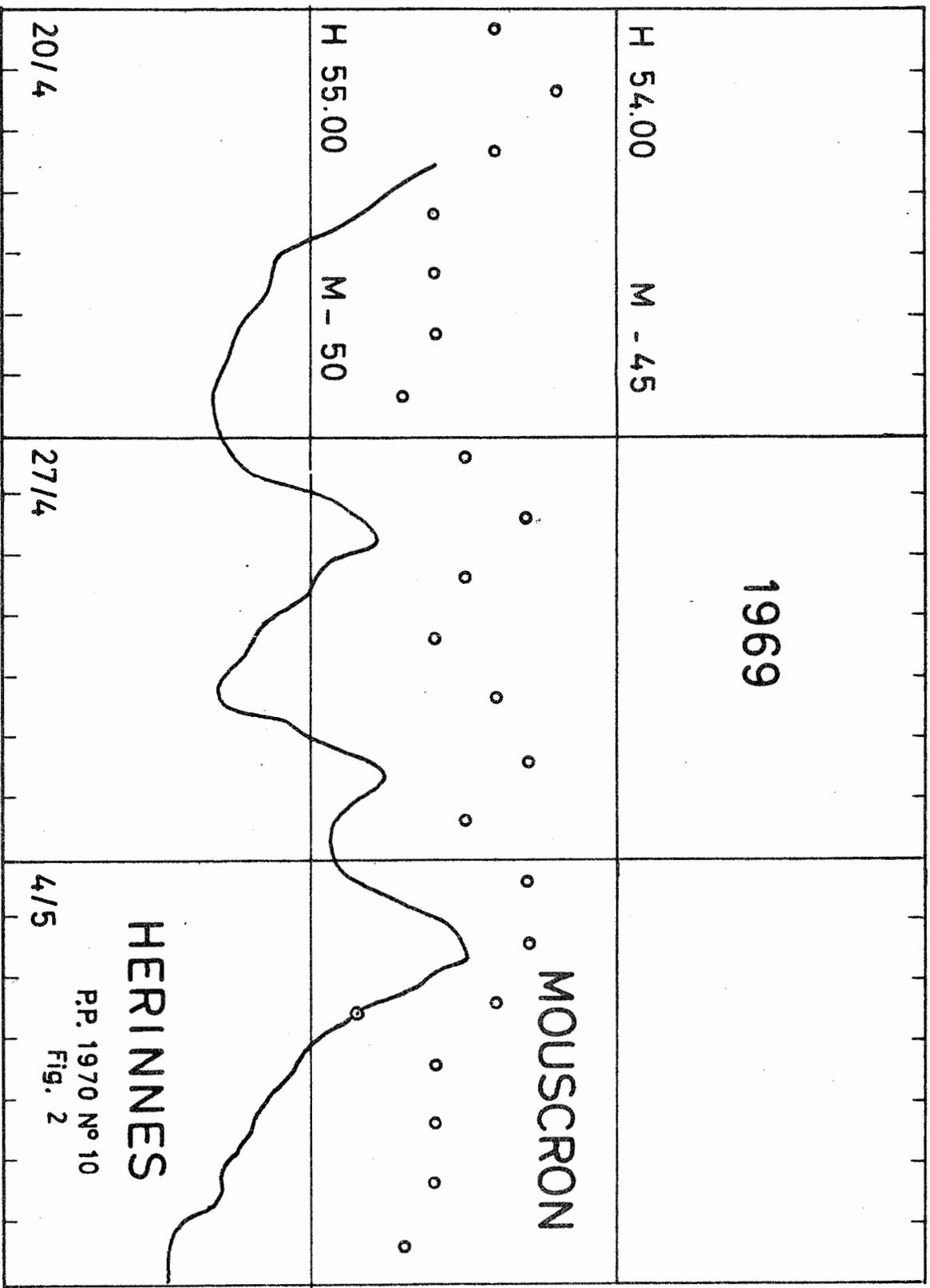
(*) d'après des renseignements communiqués par la S. N. D. E.

TEMPLEUVE		Côte de l'orifice : + 29,22		Toit du calcaire :-10,00	
7/1/1968	14 h	55.67	20/3/1969	56.94	
22/1	11 h	55.97	6/5	57.08	
25/1	9h45	55.85	12/8	57.08	
16/9	12 h	56.415	25/10	57.15	
			23/11	57.00	
BLANDAIN		Côte de l'orifice : + 26,07		Toit du calcaire:-6,00	
16/9/1968	11h	46.81	12/3/1969	47.11	
15/10	12 h	46.92	22/4	47.14	
			6/5	47.42	
			3/6	47.42	
			2/7	47.50	
			12/8	47.44	
			30/9	47.55	
			13/11	47.42	
MARQUAIN		Côte de l'orifice : + 37,66		Toit du calcaire:+11,25	
16/9/1968	11 h	46.81	12/3/1969	28.63	
15/10	12 h	46.92	28/4	29.25	
			3/6	29.06	
			2/7	28.91	
			30/7	28.91	
			28/10	28.77	
KAIN		Côte de l'orifice : + 16,01		Toit du calcaire:-1,00	
15/10/1968	9h20	31.26	12/3/1969	31.81	
22/10	9h30	31.23	22/4	31.815	
			3/6	32.08	
			2/7	32.05	
			30/7	32.07	
			28/10	32.28	
VELAINES		Côte de l'orifice : + 33,45		Toit du calcaire:-1,50	
7/8/1968	13h	27.50	12/3/1969	27.69	
17/9	11h05	27.69	25/3	27.86	
			22/5	28.10	
			15/7	28.27	
			27/8	28.31	
			14/10	28.50	
			26/11	28.49	
MOLEMBAIX		Côte de l'orifice : + 23,75		Toit du calcaire:-25,00	
7/8/1968	15h	50.90	25/3/1969	52.11	
17/9	10h30	50.96	22/5	52.42	
15/10	15h30	51.48	15/7	52.64	
			17/8	52.00	
			15/10	52.40	
			26/11	52.47	
HERINNES		Côte de l'orifice : + 18,13		Toit du calcaire:-40,00	
Pour mémoire.					

Mesures isolées du niveau de la nappe (profondeurs).

LEERS-NORD.		Côte de l'orifice : + 20, 19	Toit du calcaire:-39
2/4/1968	60. 16	7/1/1969	60. 36
29/4	62. 62	21/1	60. 66
21/5	62. 07	12/3	61. 55
28/5	56. 54	25/3	60. 41
4/6	56. 00	9/4	60. 08
11/6	58. 58	22/4	60. 27
18/6	59. 32	6/5	60. 62
25/6	59. 64	22/5	61. 42
2/7	59. 68	3/6	60. 79
9/7	58. 58	18/6	61. 74
16/7	57. 64	2/7	61. 39
23/7	57. 56	25/7	58. 66
30/7	57. 89	30/7	59. 24
6/8	57. 56	12/8	58. 90
13/8	56. 83	27/8	58. 54
20/8	56. 65	9/9	58. 26
29/8	58. 14	30/9	59. 77
5/9	58. 84	14/10	60. 80
12/9	59. 74	28/10	60. 93
16/9	58. 45	13/11	60. 47
24/9	59. 27	26/11	61. 18
1/10	59. 47	24/12	61. 67
8/10	59. 41		
15/10	59. 67		
22/10	59. 73		
29/10	59. 77		
5/11	59. 27		
12/11	58. 56		
20/11	60. 34		
26/11	60. 36		
3/12	60. 35		
10/12	60. 43		
17/12	60. 66		





1969

H 54.00

M - 45

H 55.00

M - 50

MOUSCRON

HERINNES

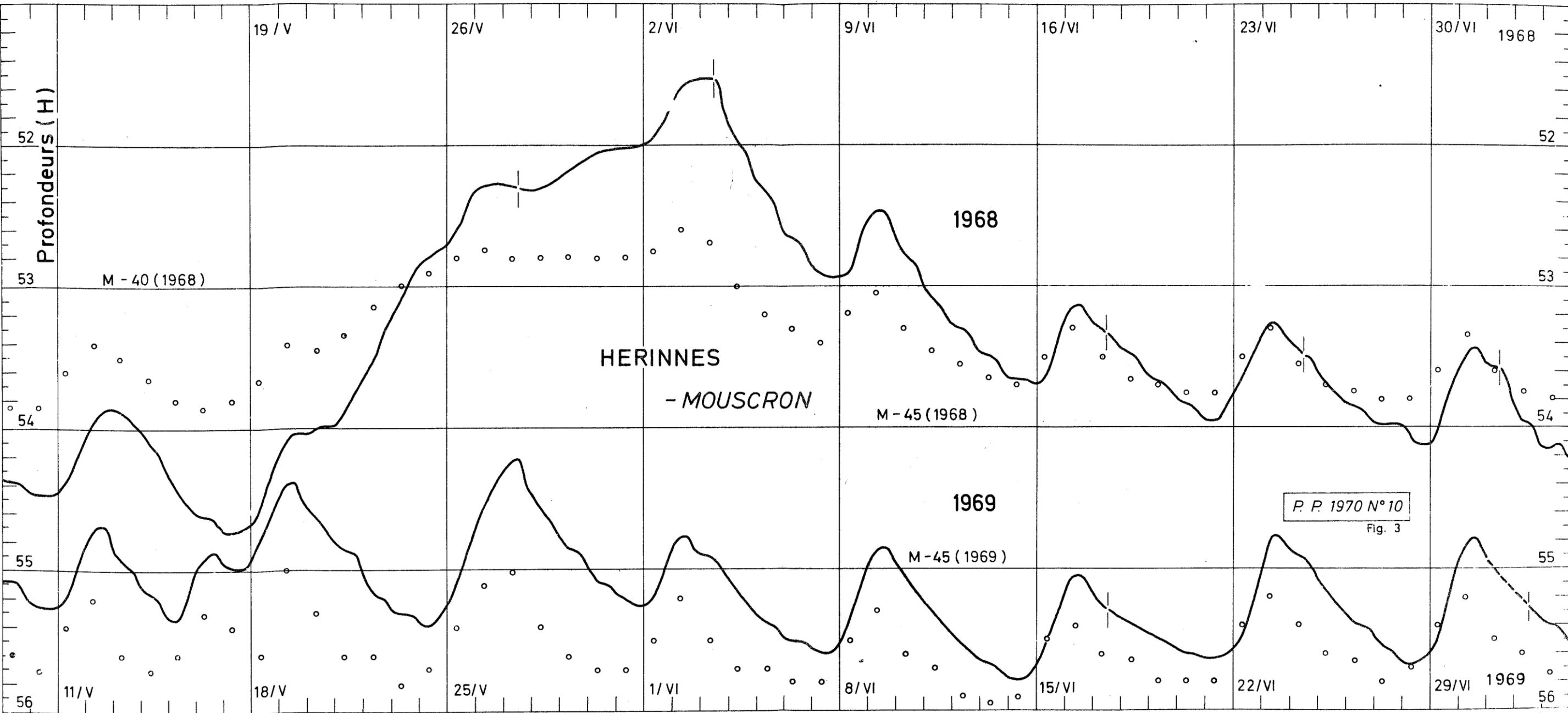
P.P. 1970 N° 10

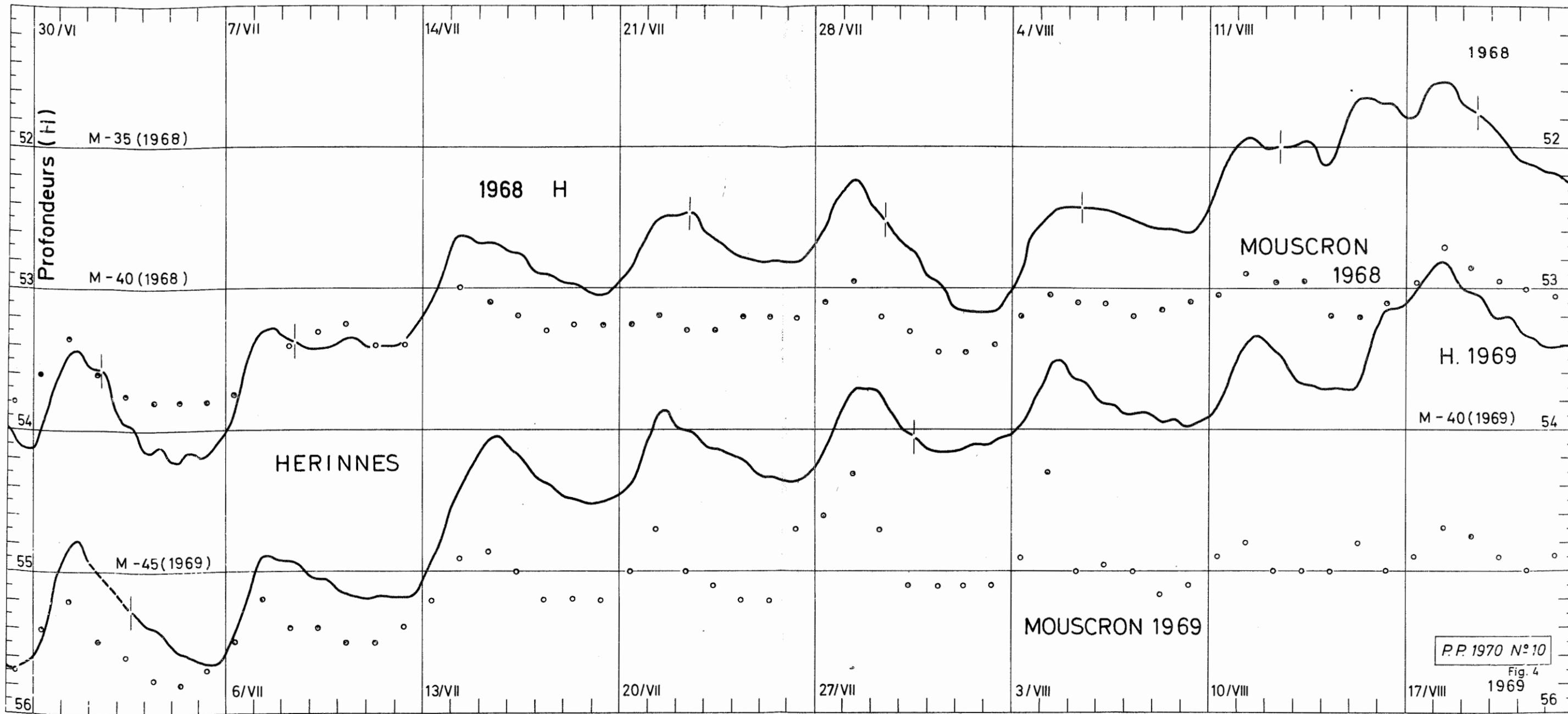
Fig. 2

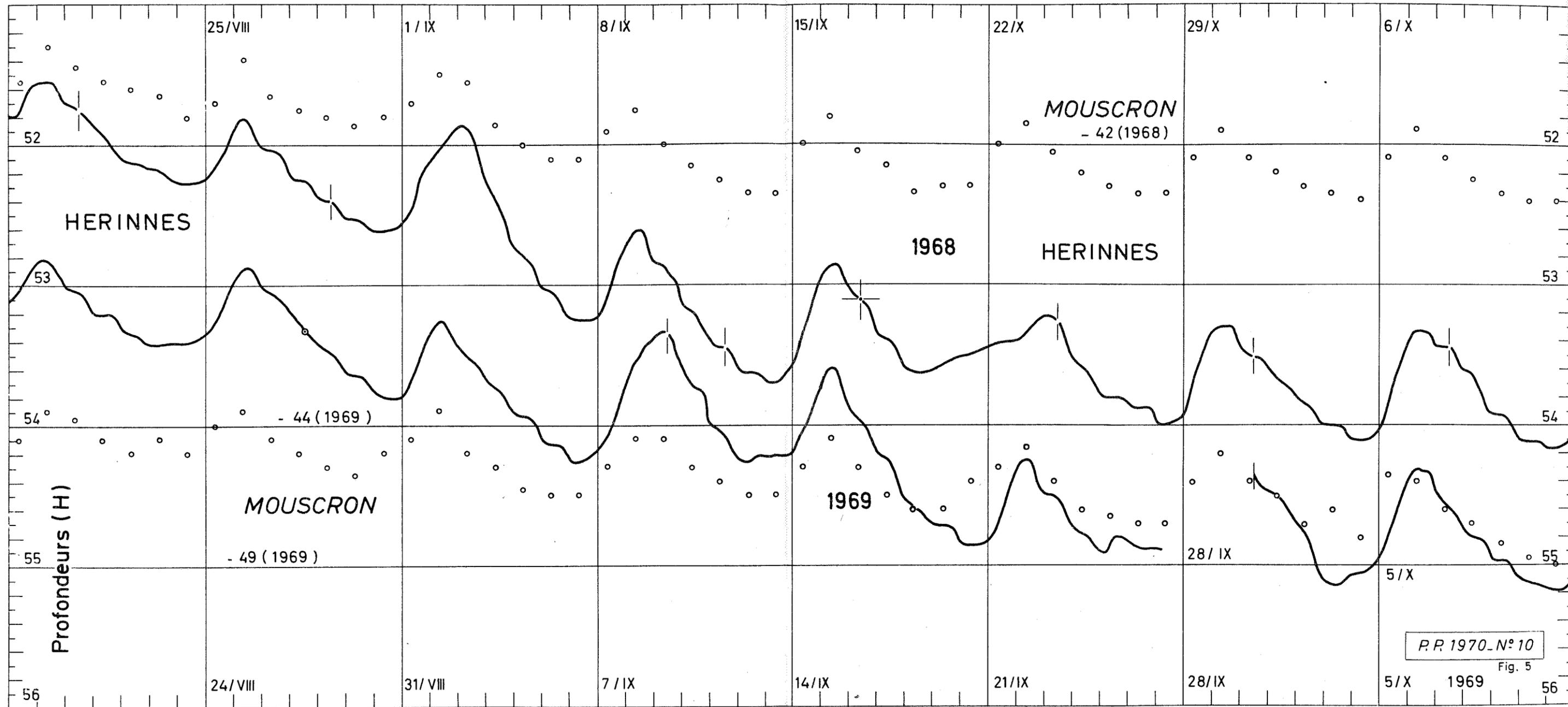
20/4

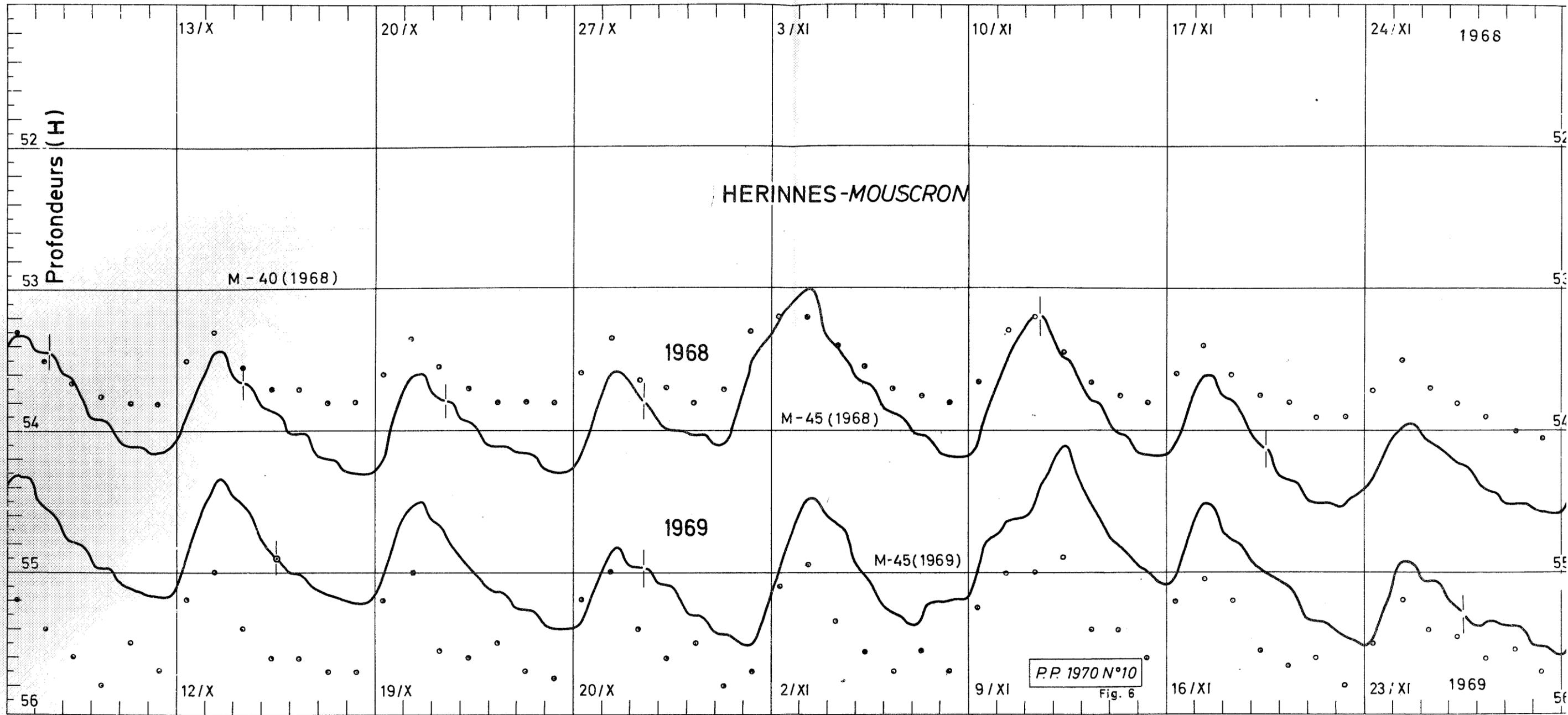
27/4

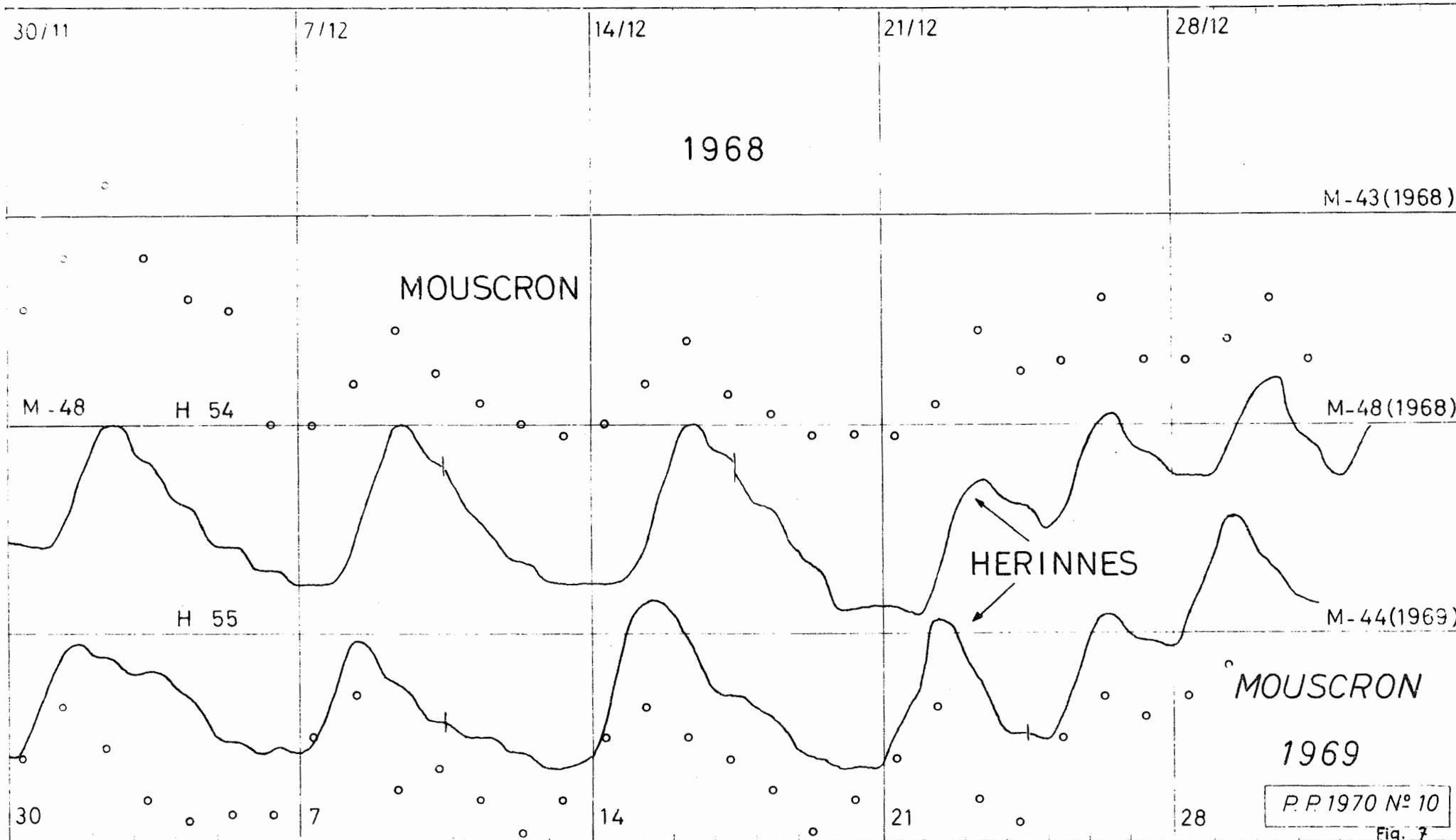
4/5









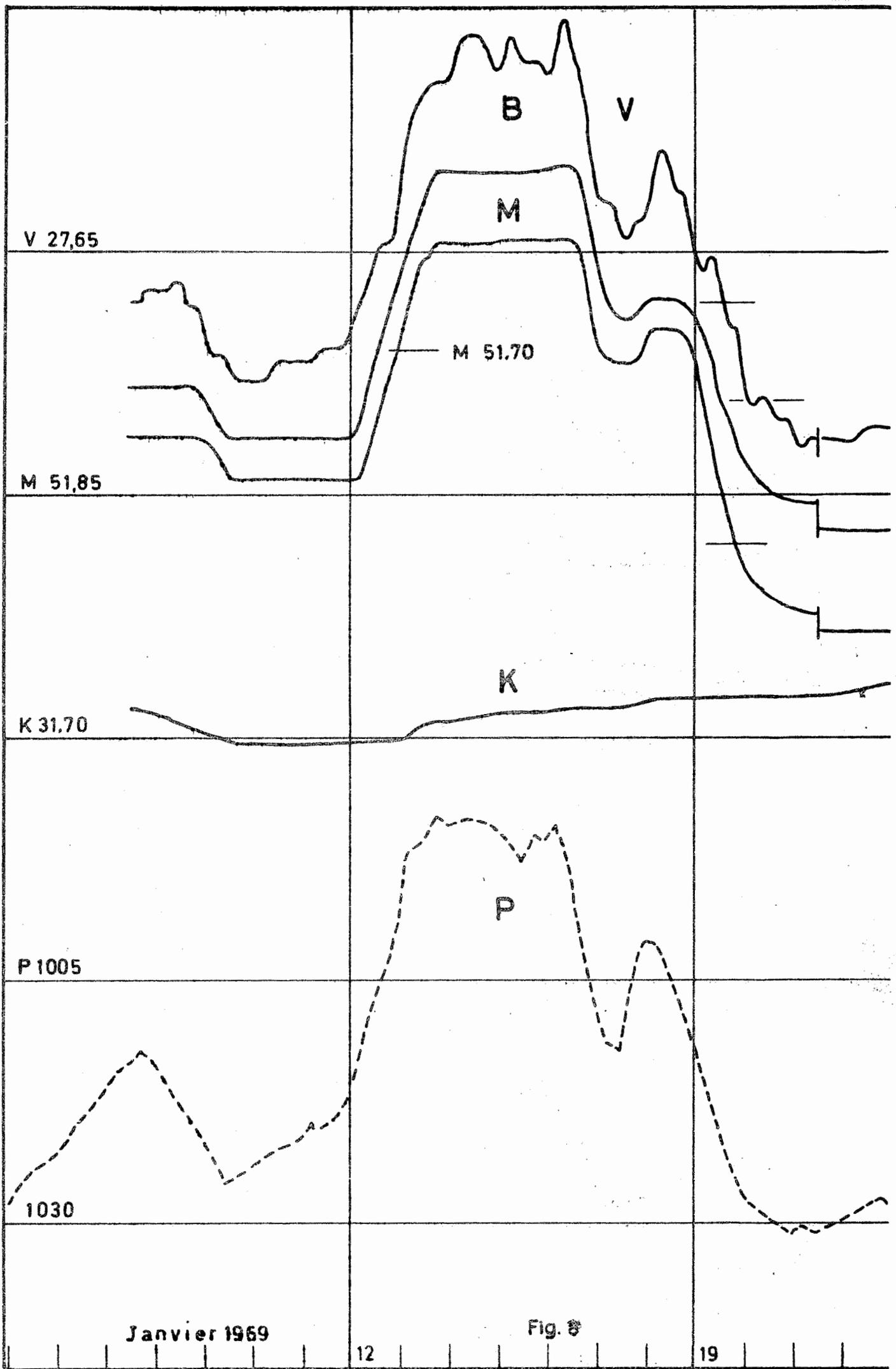


REDUCTION DES ENREGISTREMENTS DE LA PROFONDEUR DE L'EAU
MESUREE EN 1969 DANS LES PUIITS DE

VELAINES
BLANDAIN
MOLEMBaix
TEMPLEUVE
KAIN
MARQUAIN

PRESSION BAROMETRIQUE , EN MILLIBARS , ENREGISTREE A
UCCLE.

Figures 8..... 26



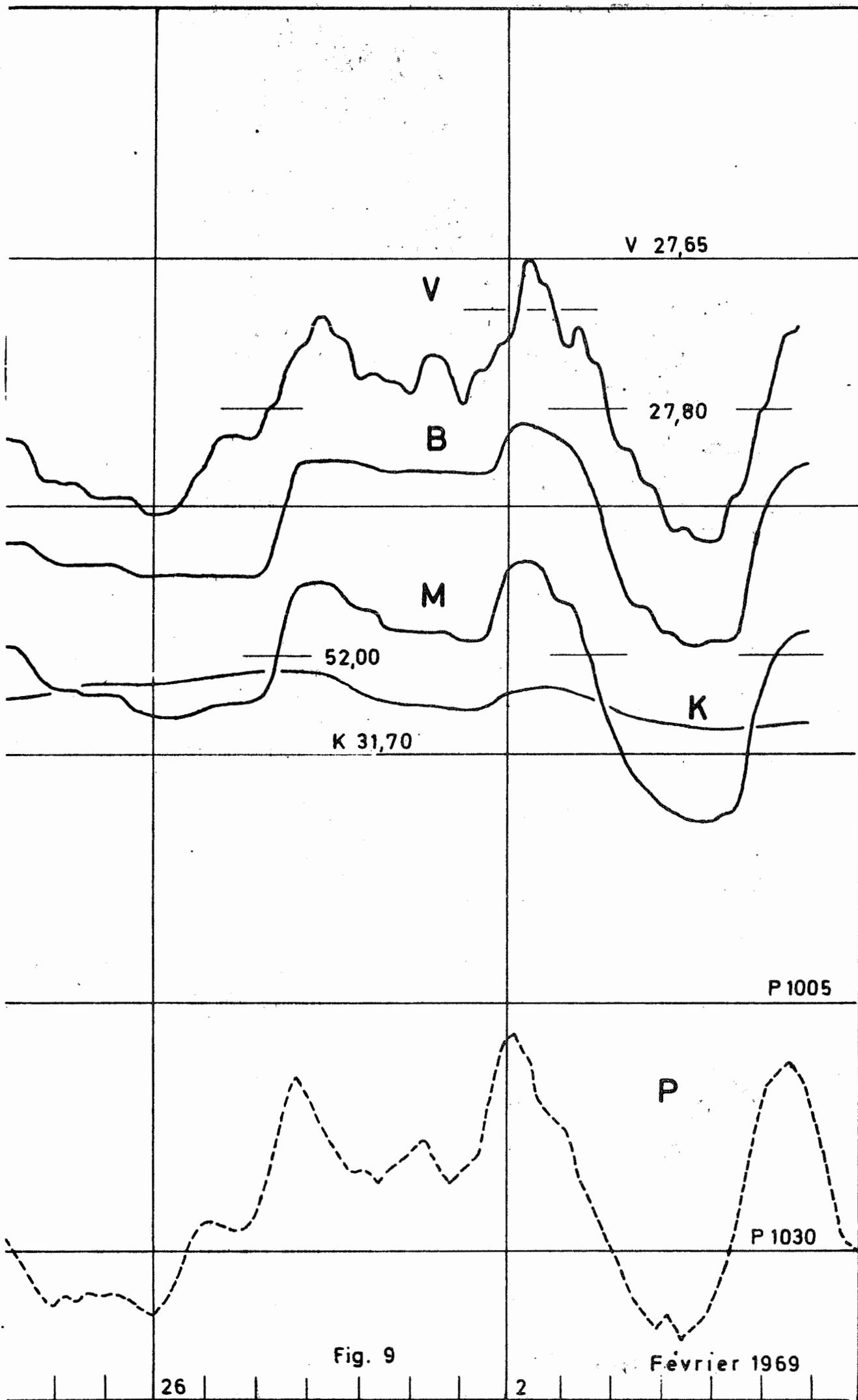


Fig. 9

Février 1969

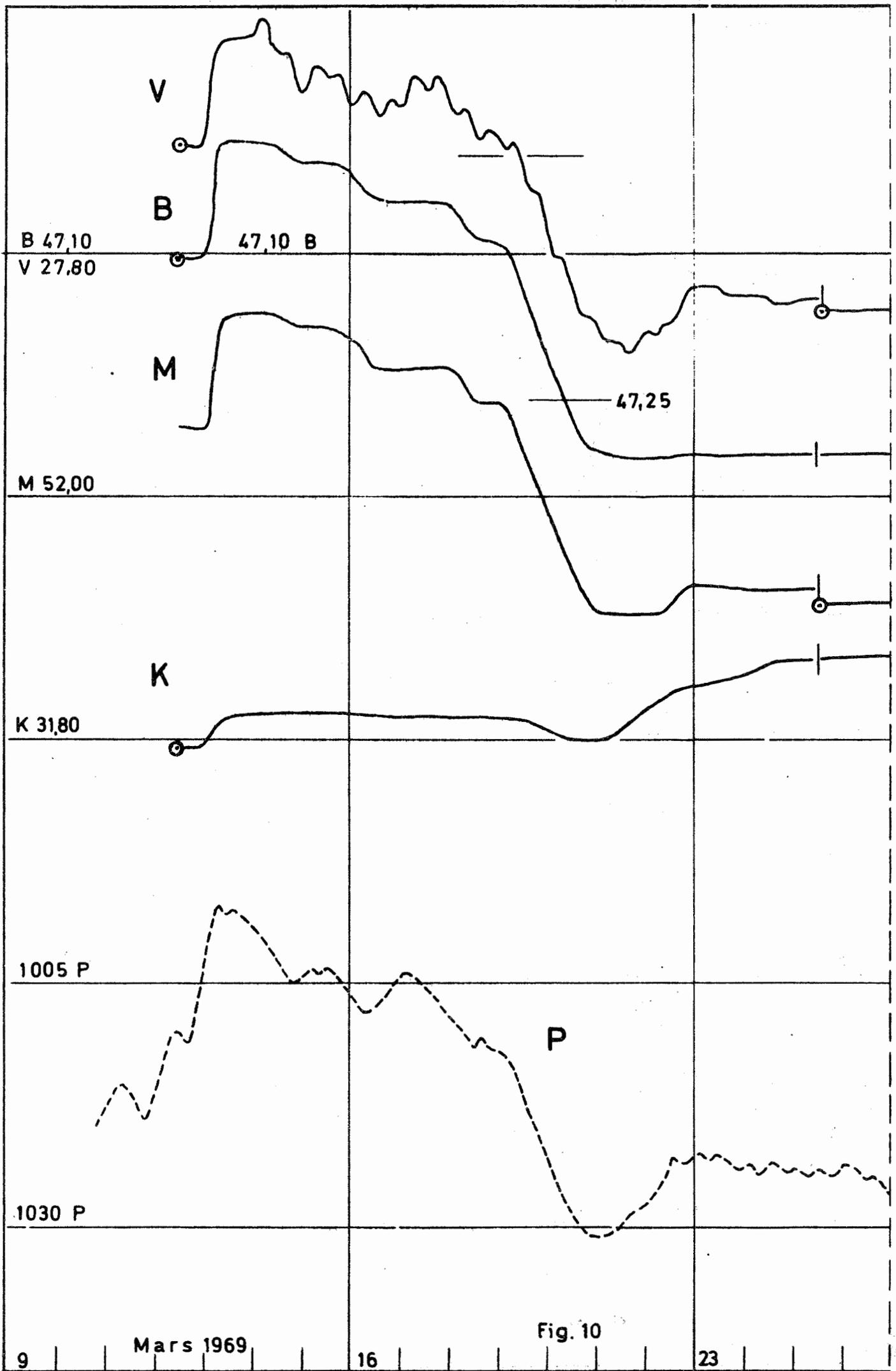
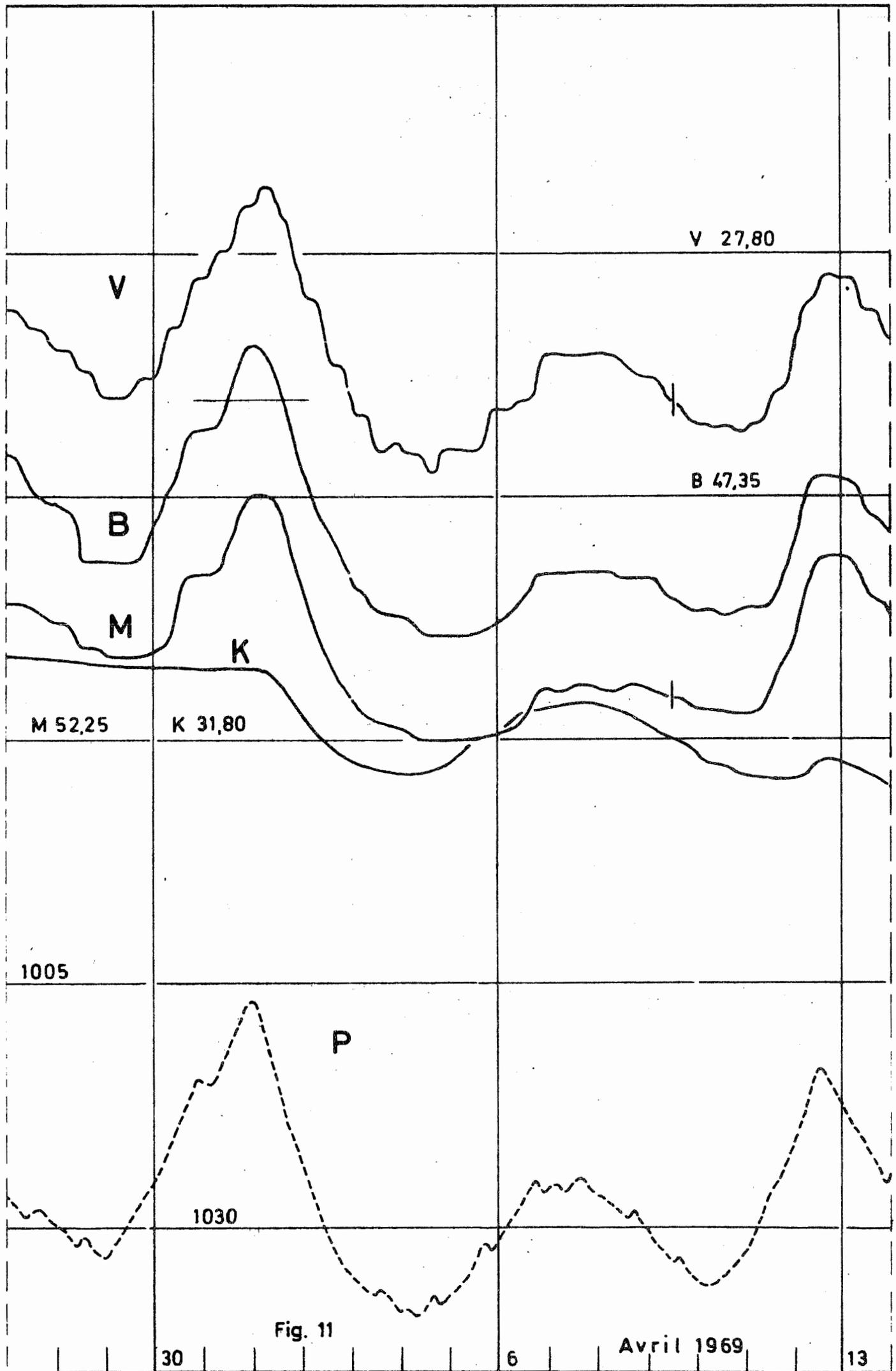
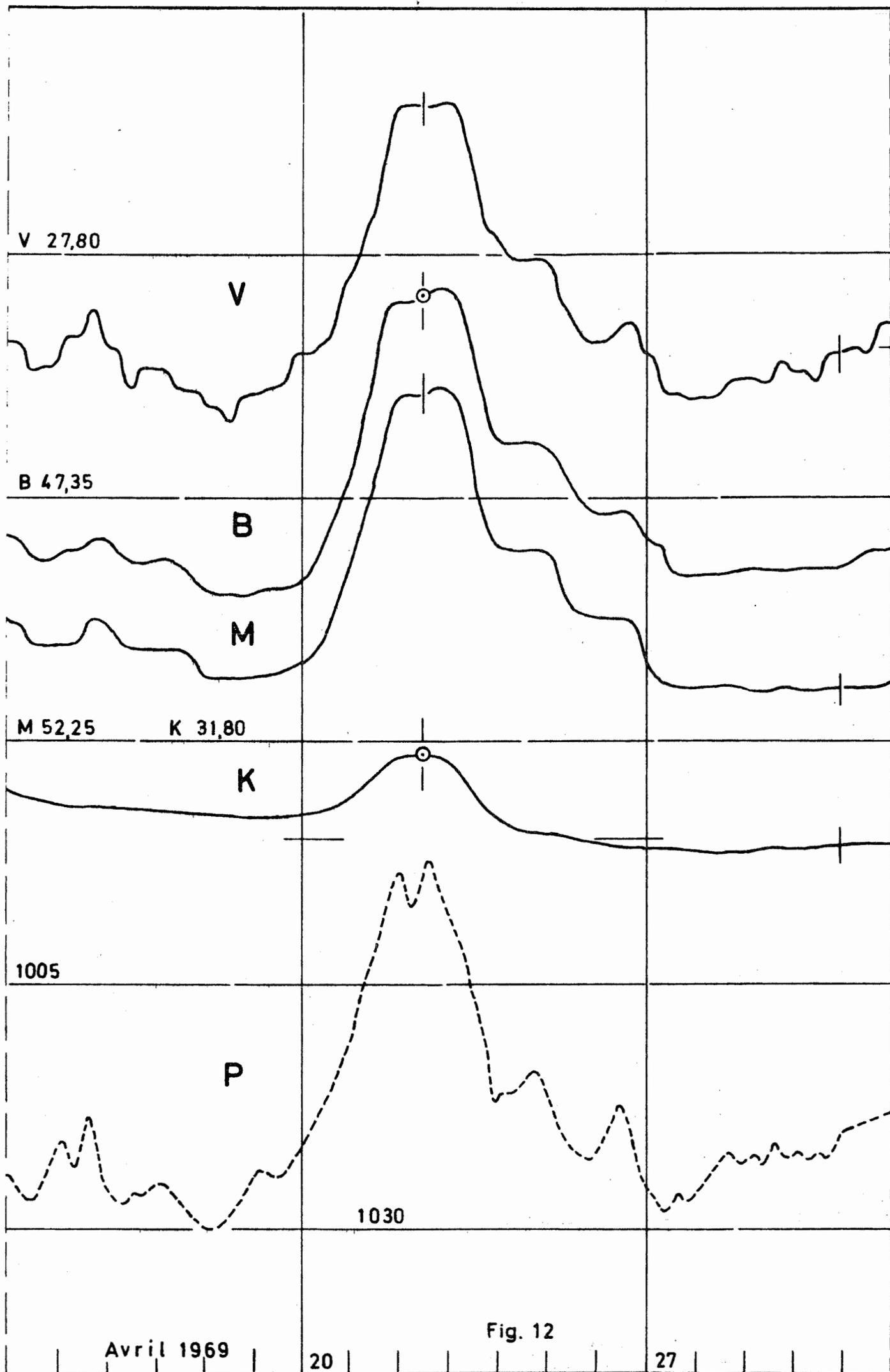
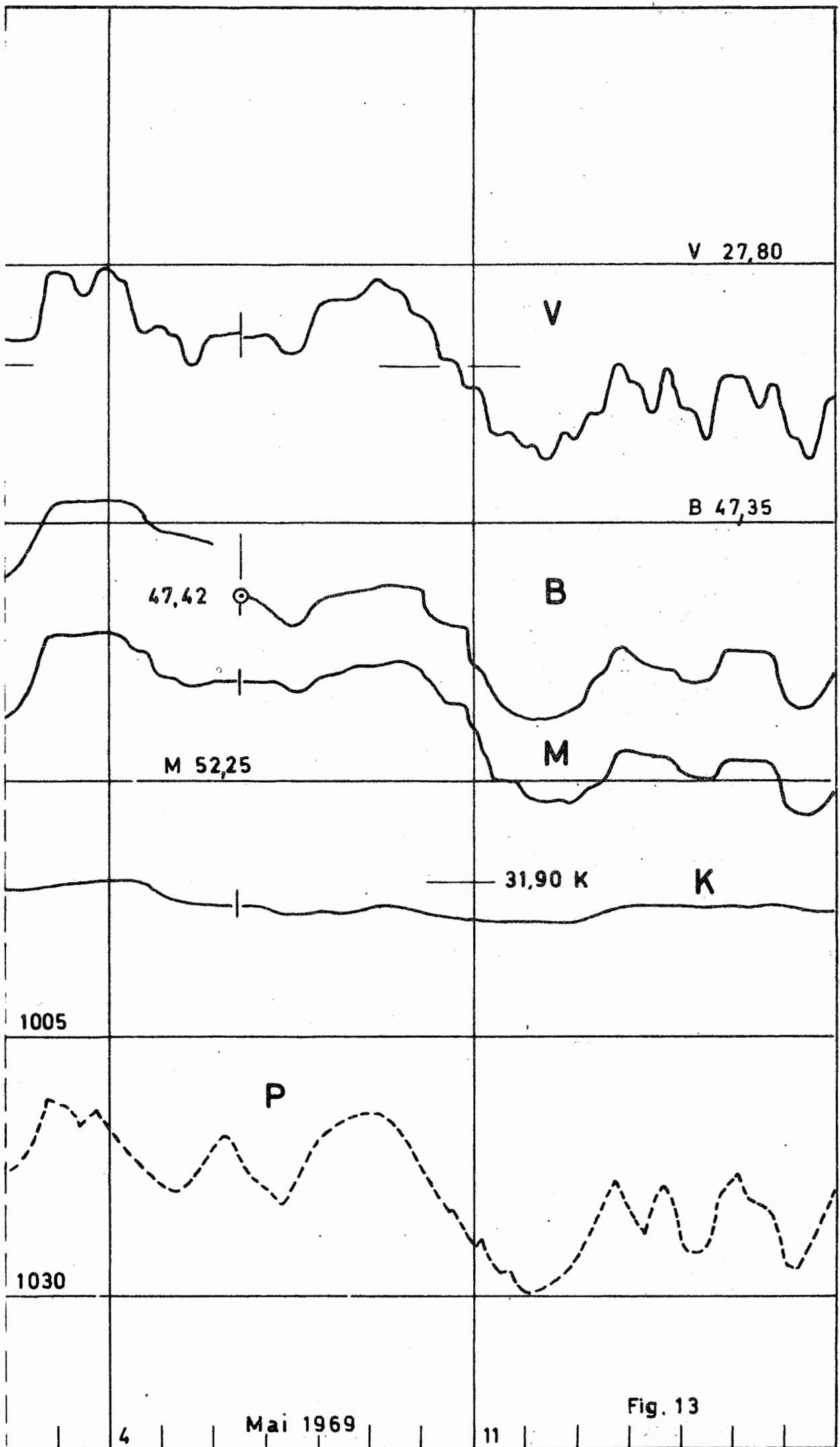
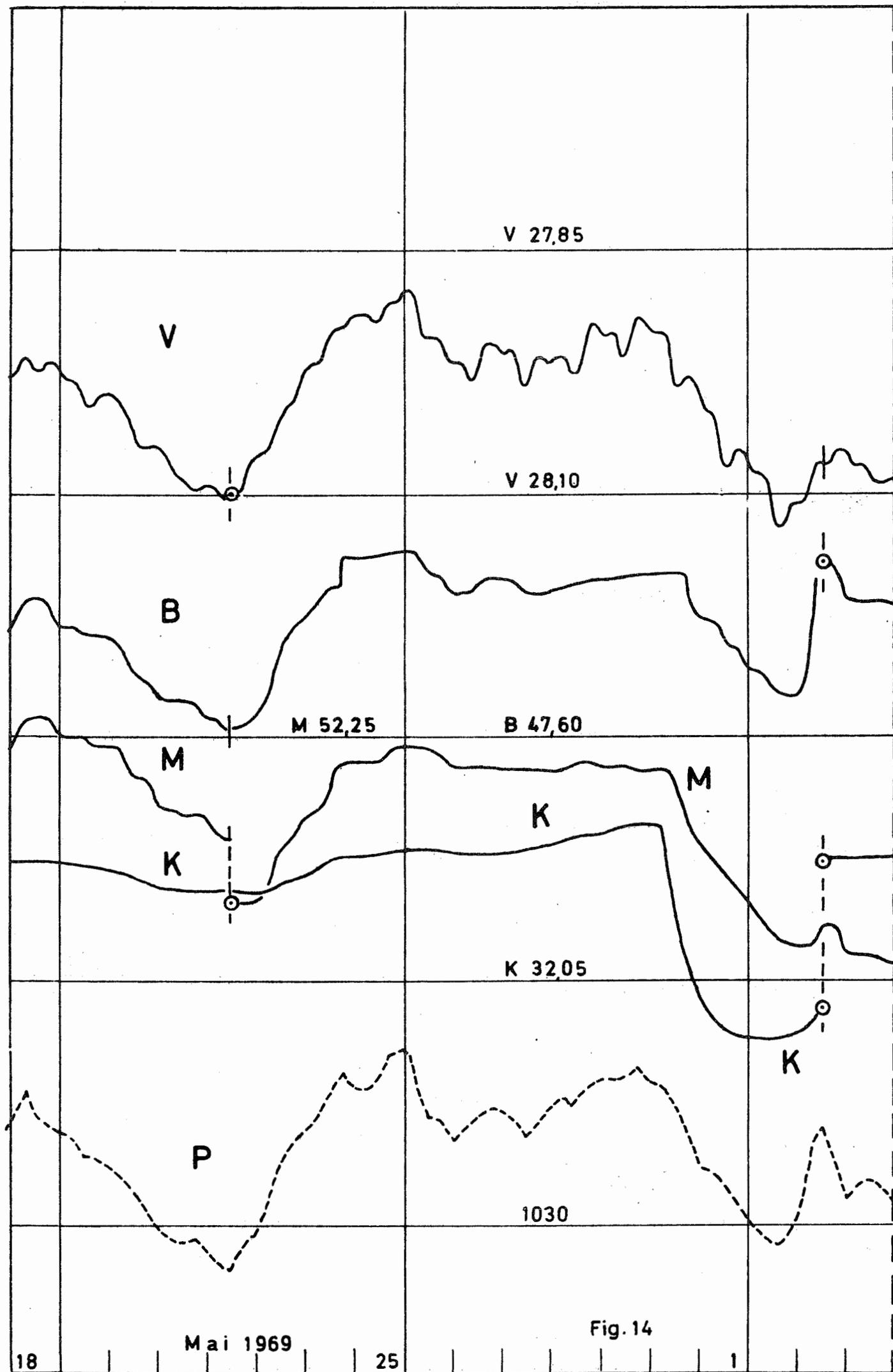


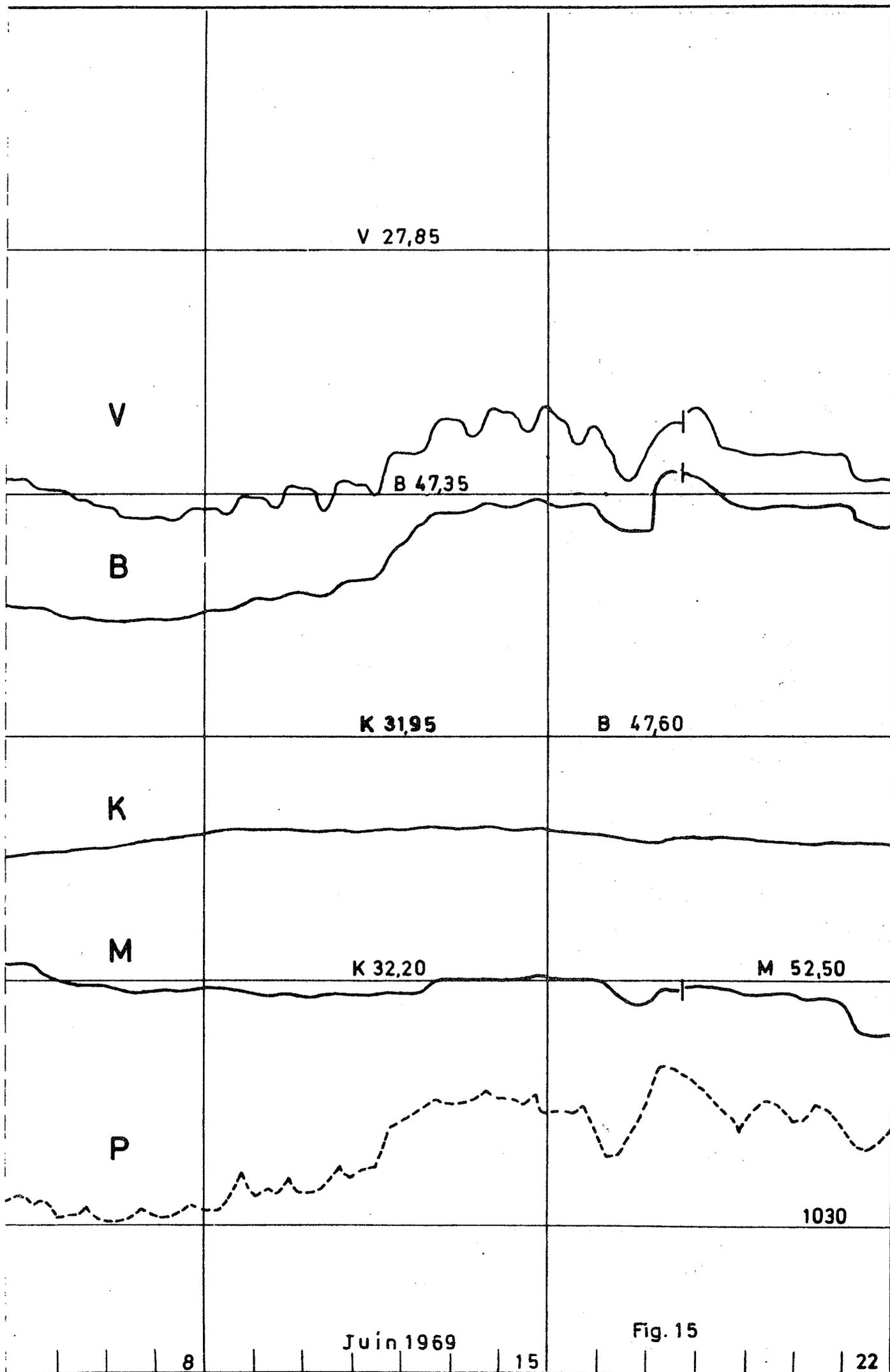
Fig. 10











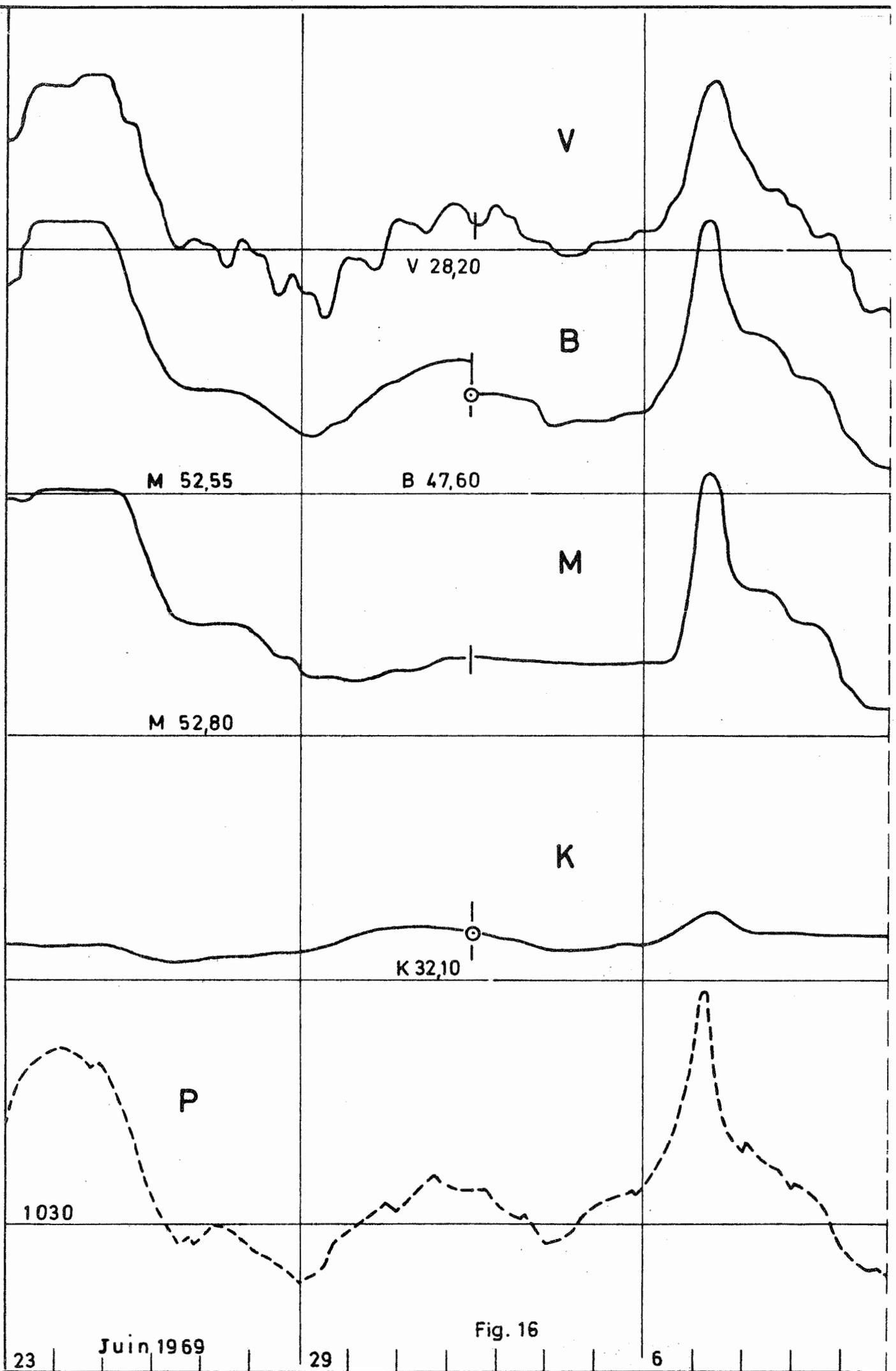
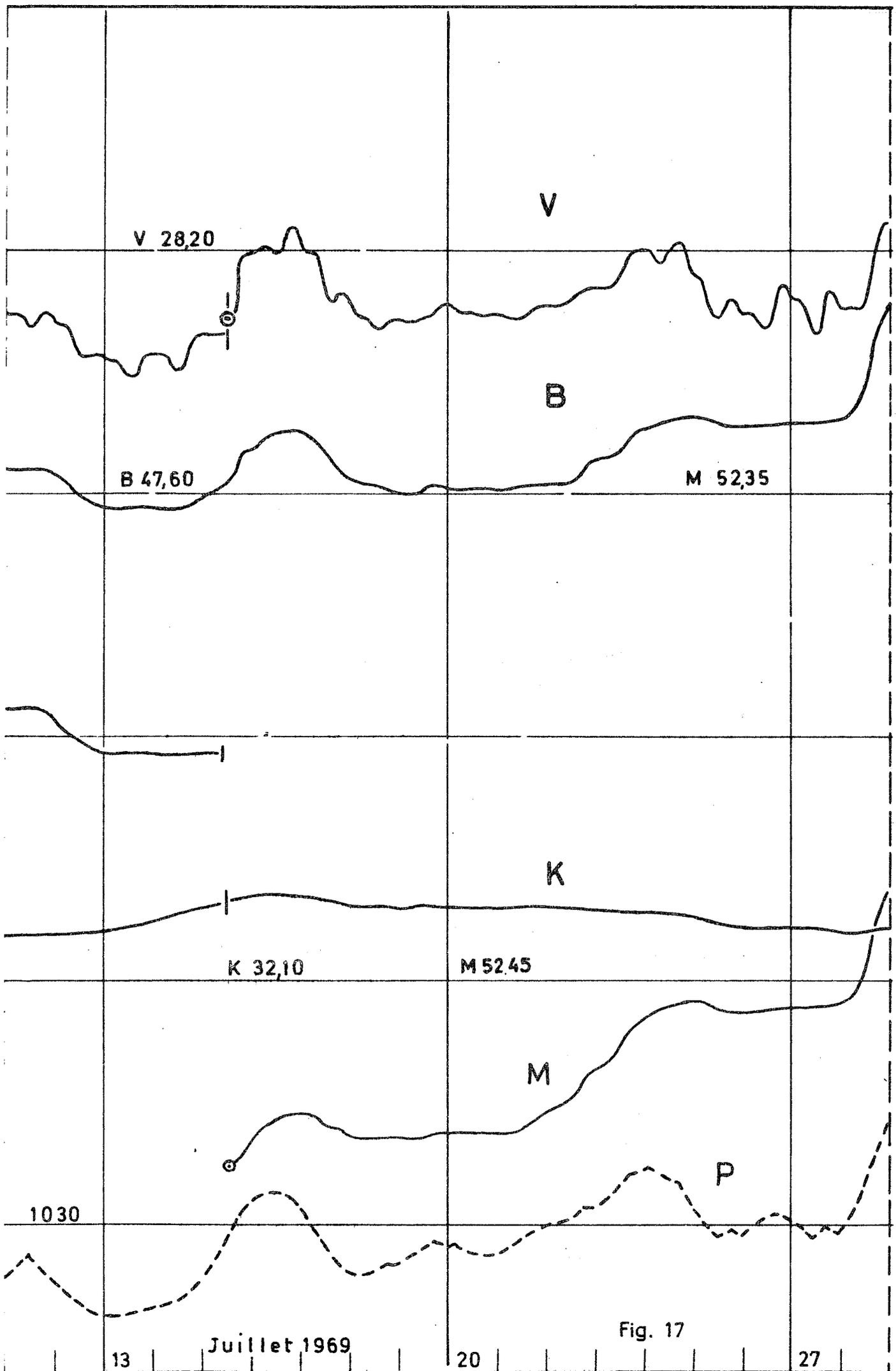
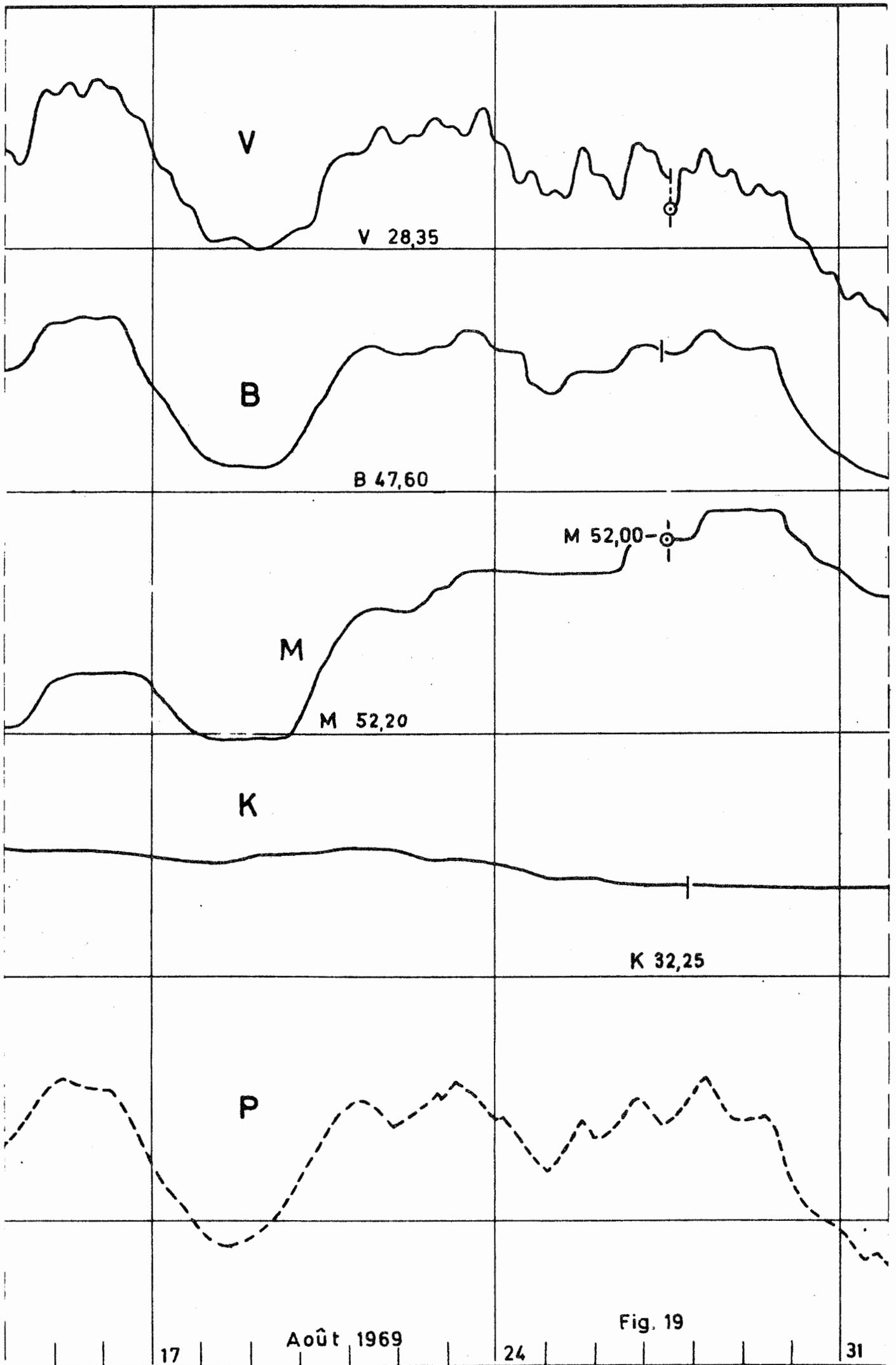
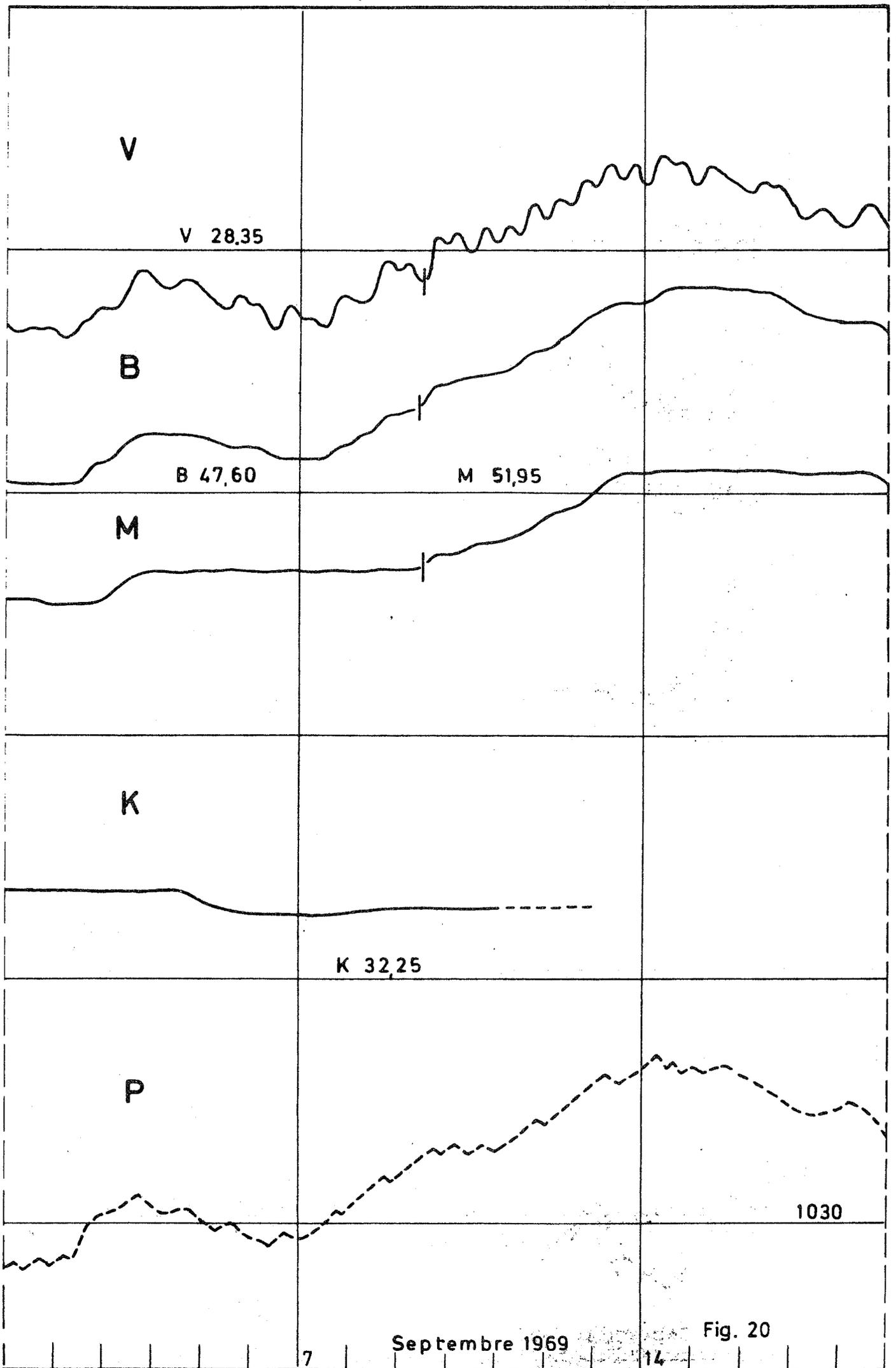
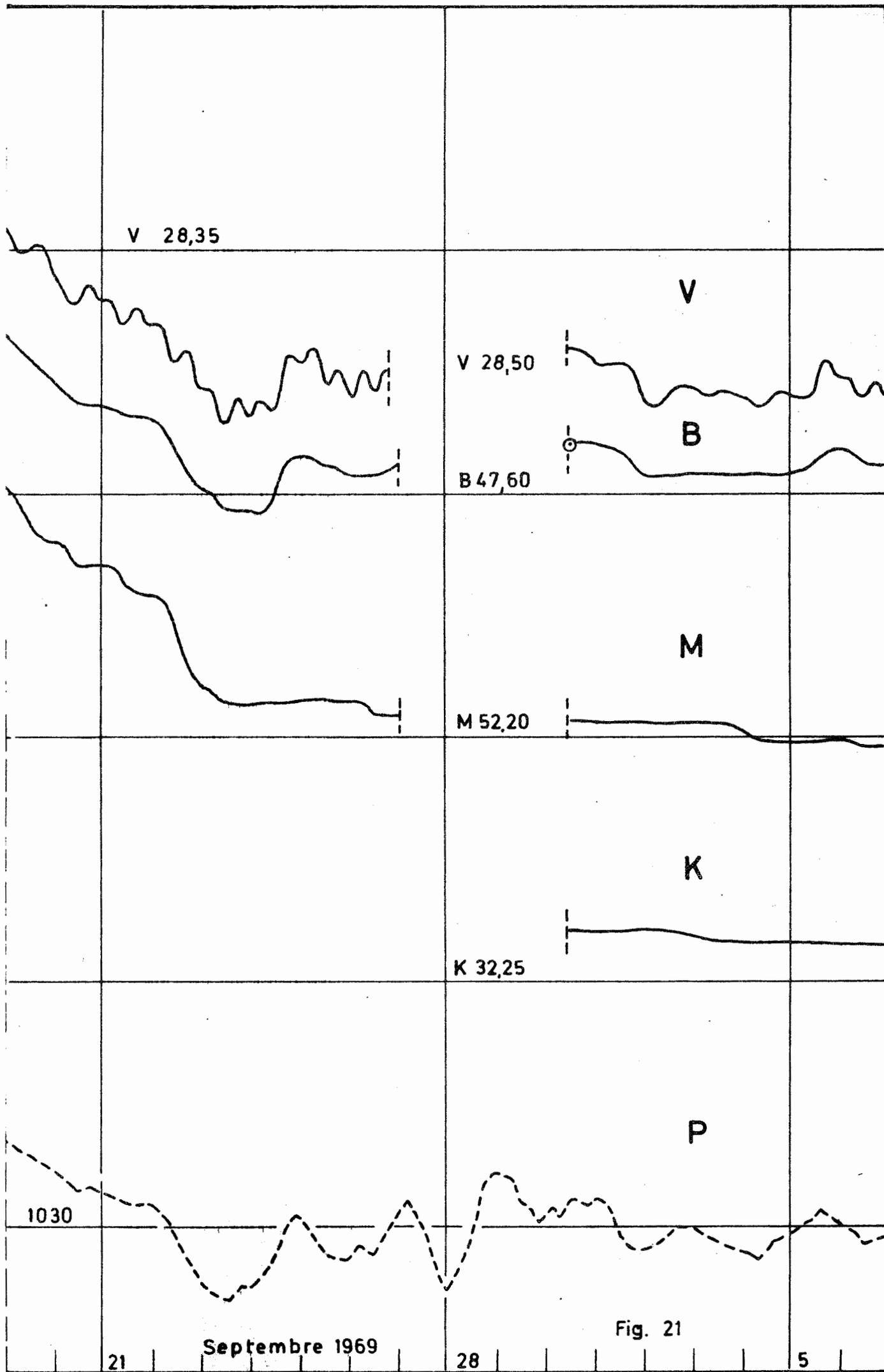


Fig. 16









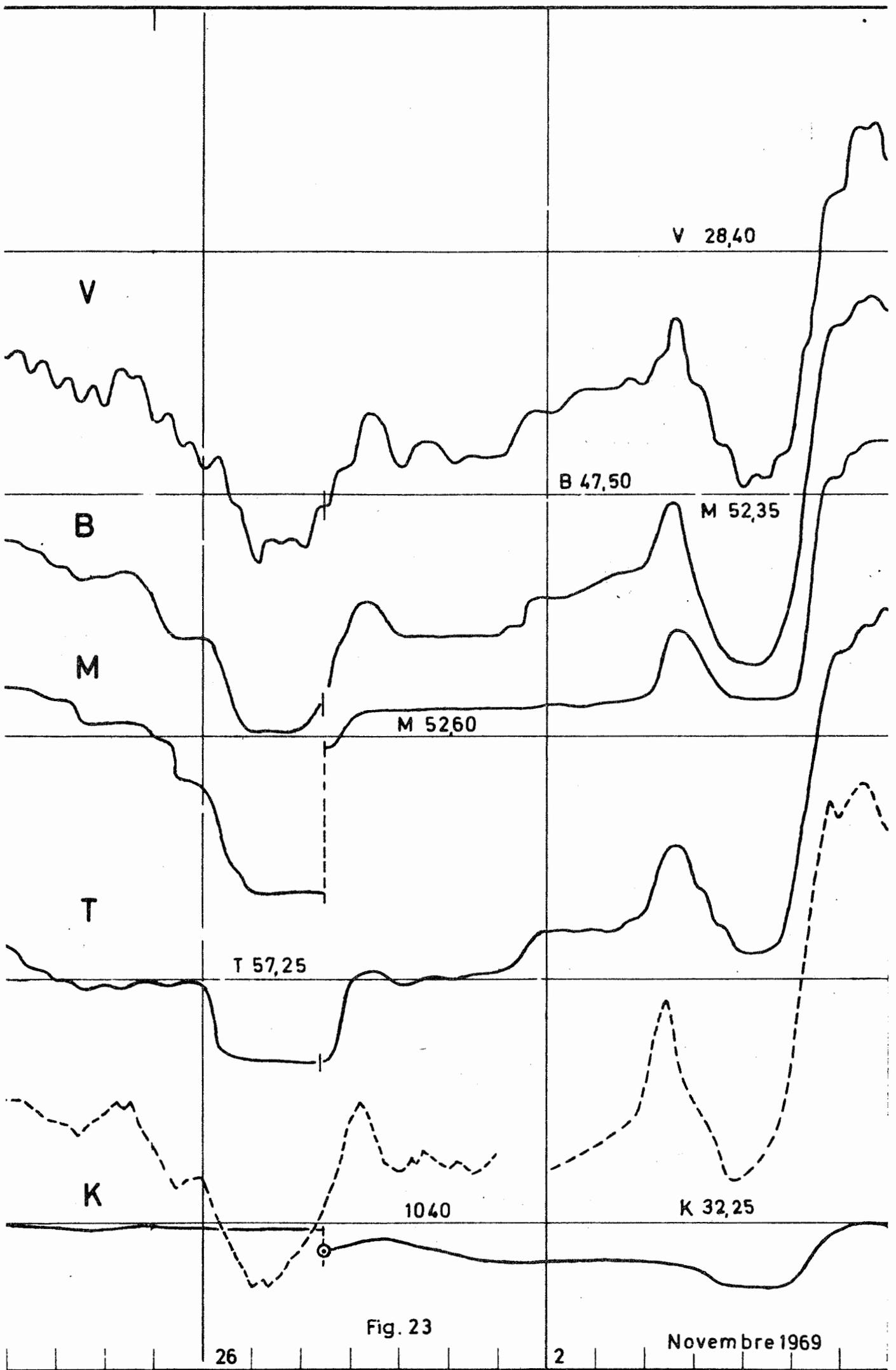
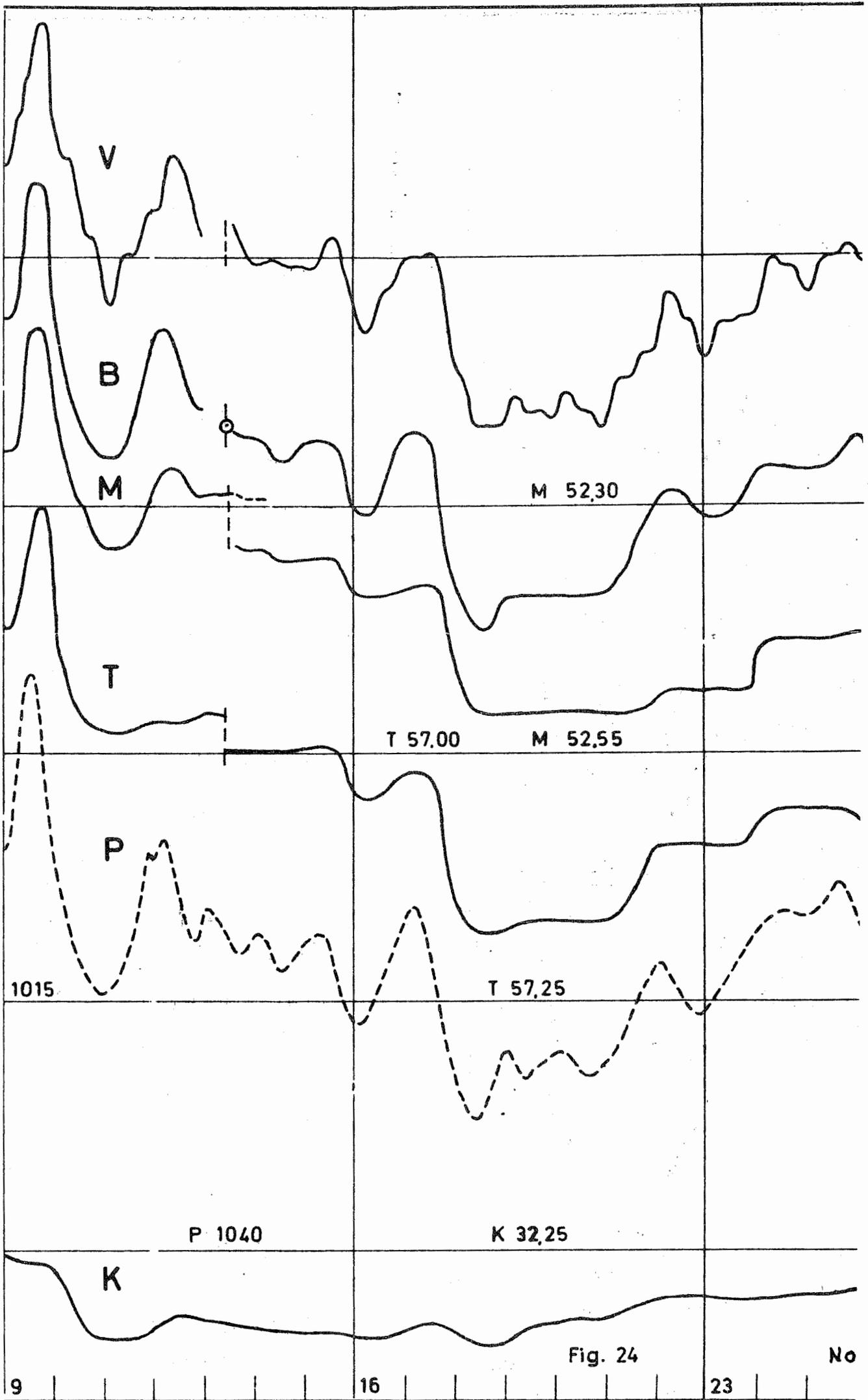
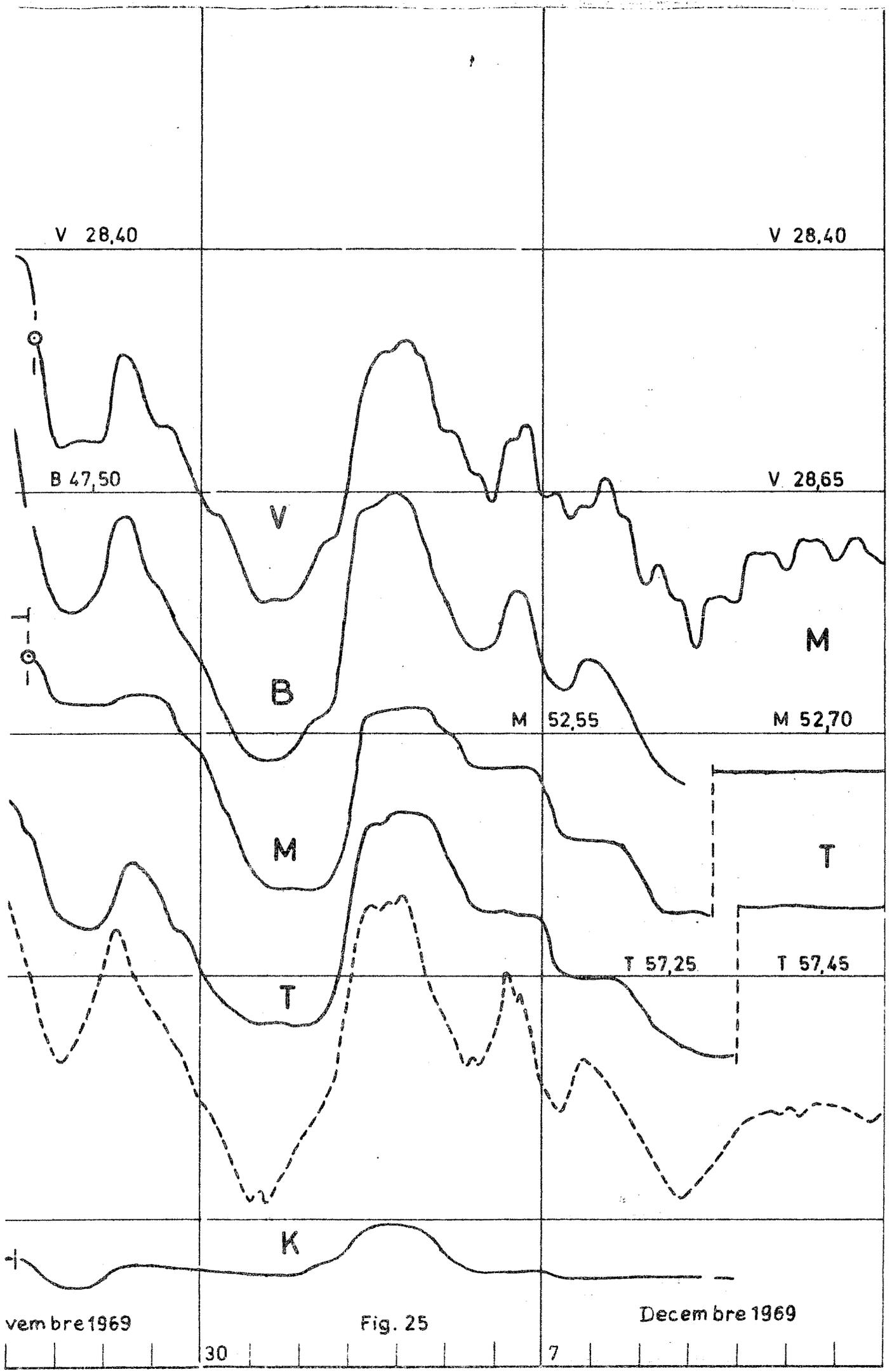


Fig. 23





V 28,40

V 28,40

B 47,50

V 28,65

V

M

B

M 52,55

M 52,70

M

T

T

T 57,25

T 57,45

K

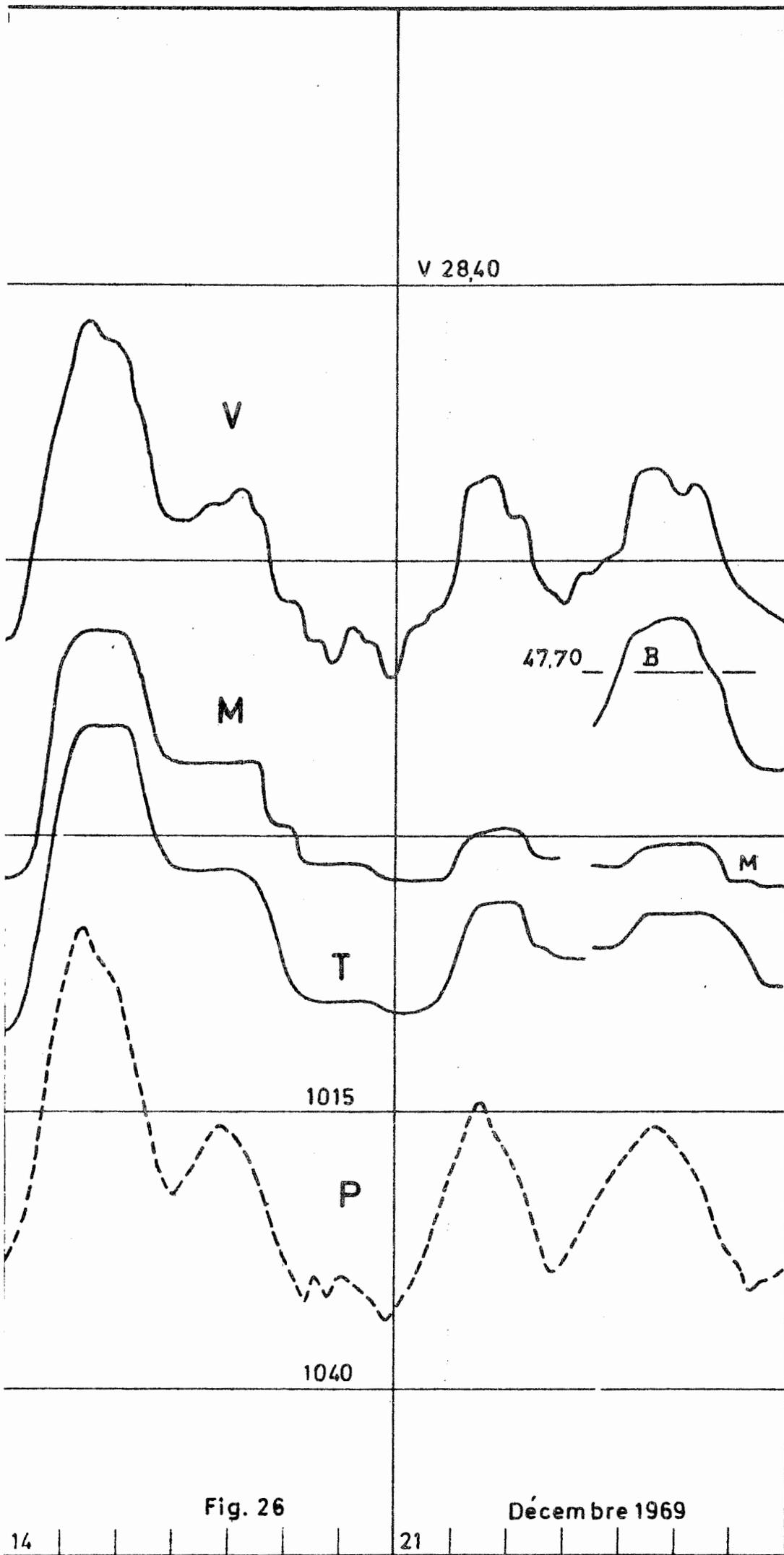
vembre 1969

Fig. 25

Decembre 1969

30

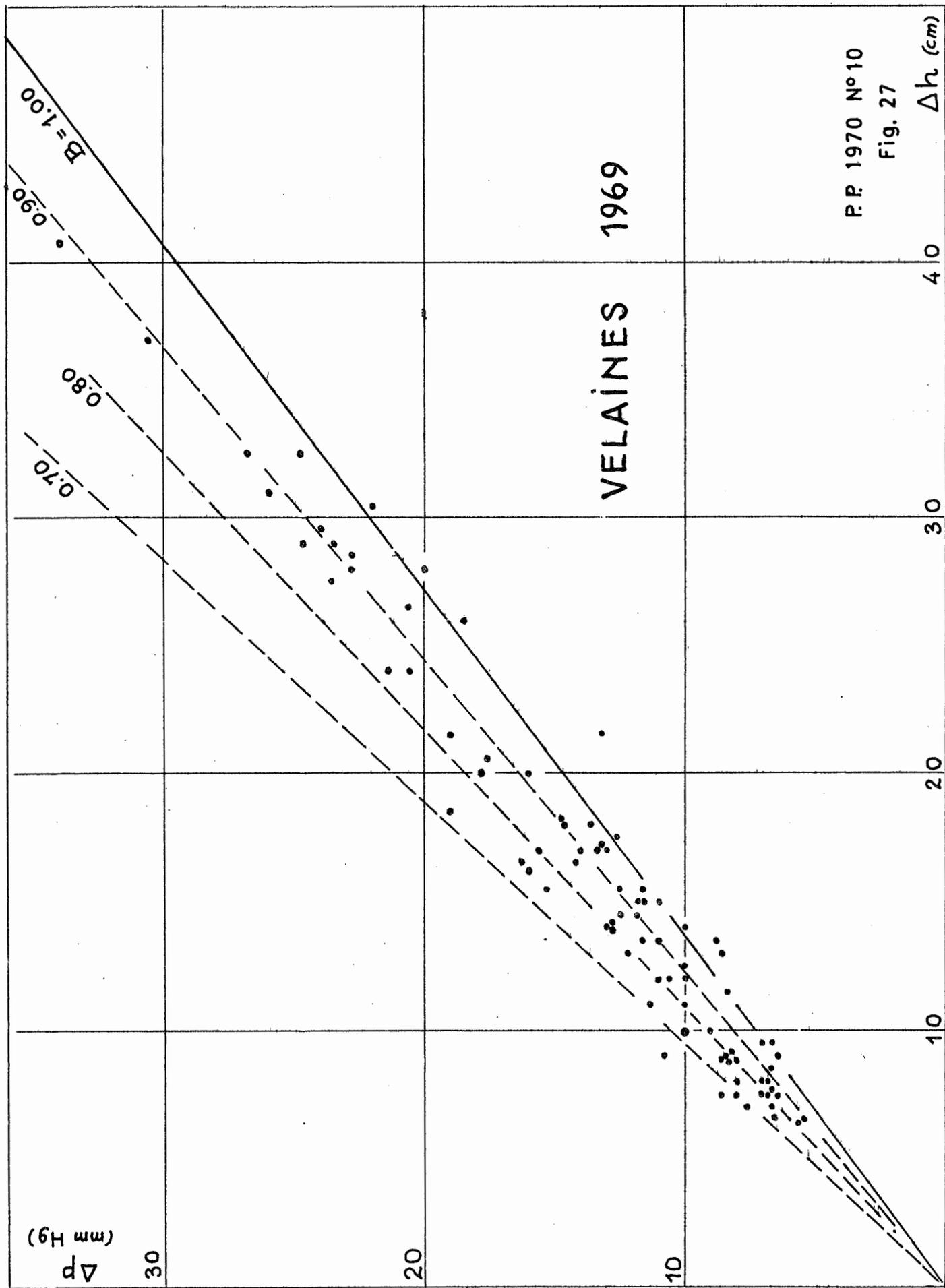
7

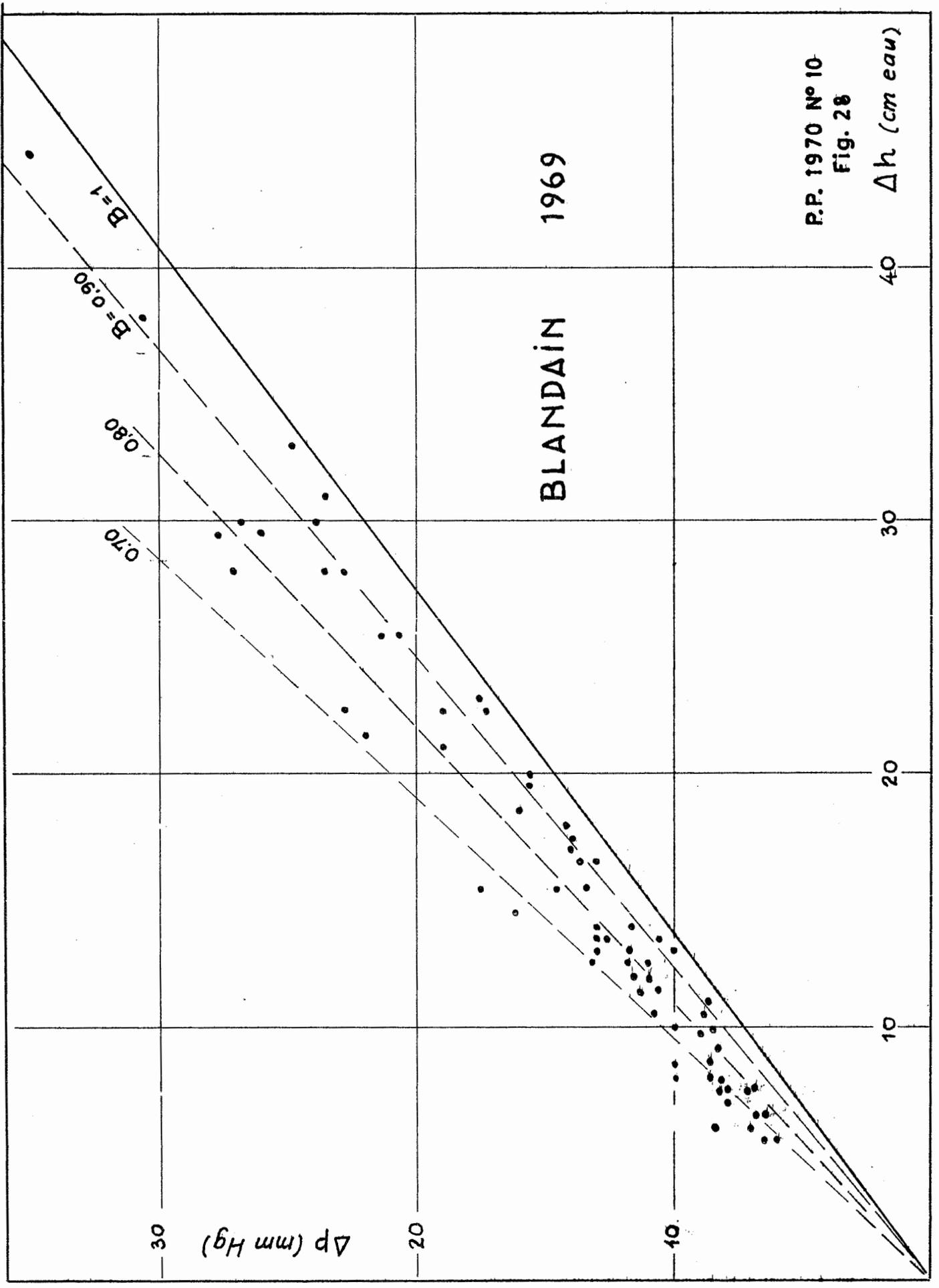


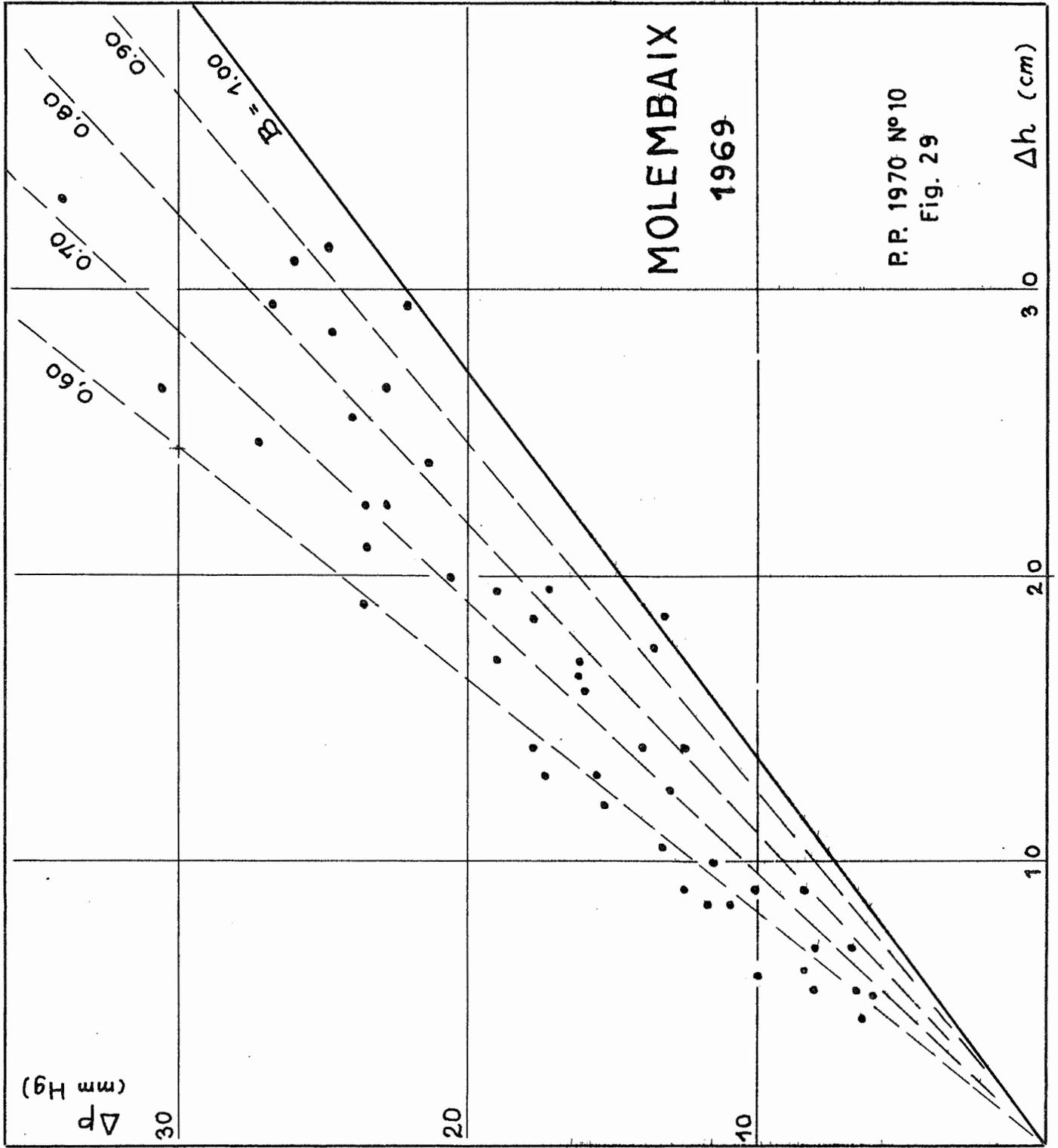
RELATION ENTRE LES VARIATIONS RESPECTIVES DE LA PRESSION
ATMOSPHERIQUE ET DU NIVEAU DE L'EAU DANS LES PUIITS DE

VELAINES
BLANDAIN
MOLEMBAIX

Figures 27, 28, 29.



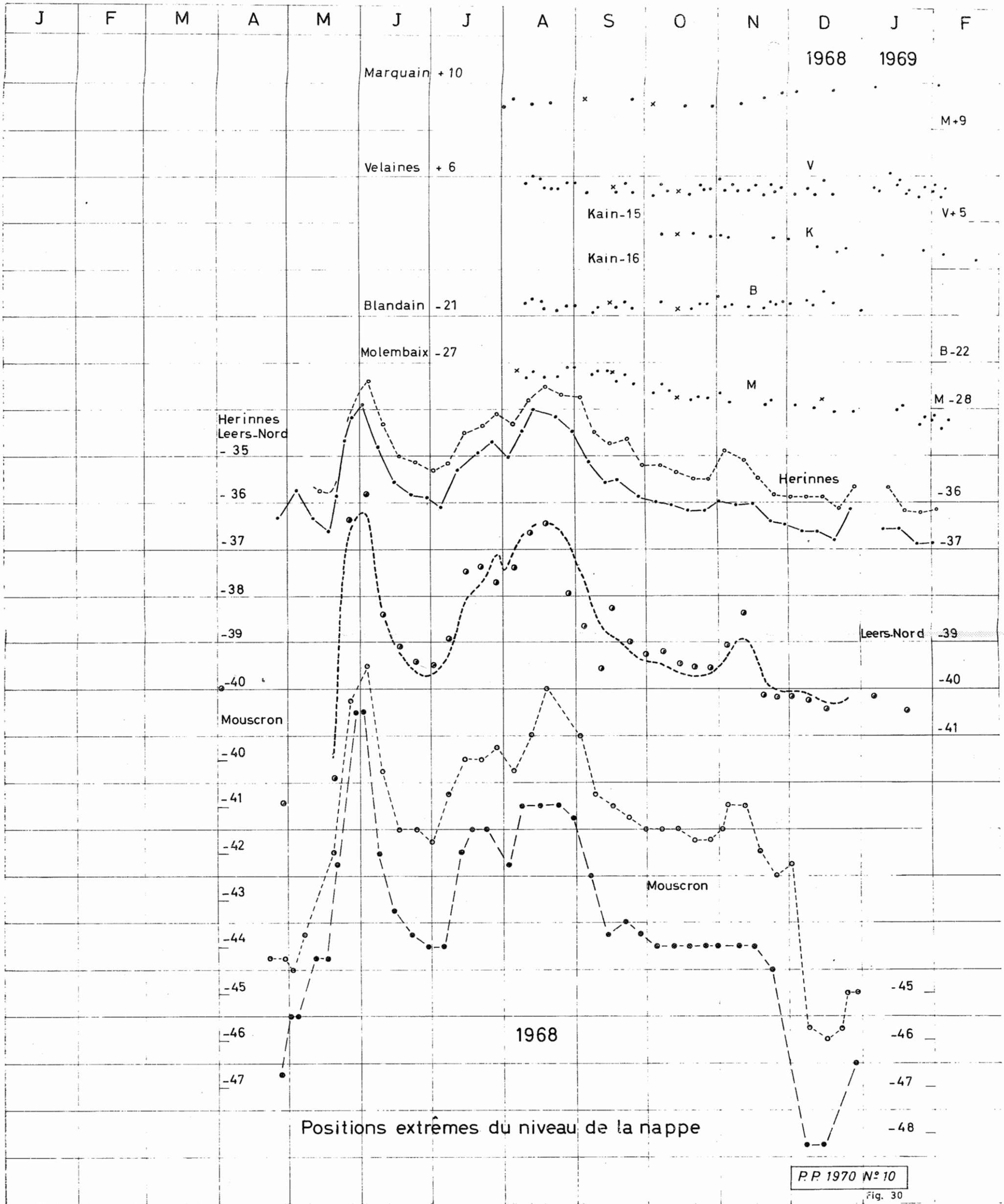




ALLURE GENERALE DE LA NAPPE.

- Graphiques comparatifs des positions extrêmes de la nappe dans les puits d'observations, en 1968.
- Idem pour 1969.
- Carte indiquant la position moyenne de la nappe en début décembre 1969 et le fléchissement annuel correspondant.
- Coupe schématique Mouscron-Hacquegnies.

Figures 30, 31, 32, 33.



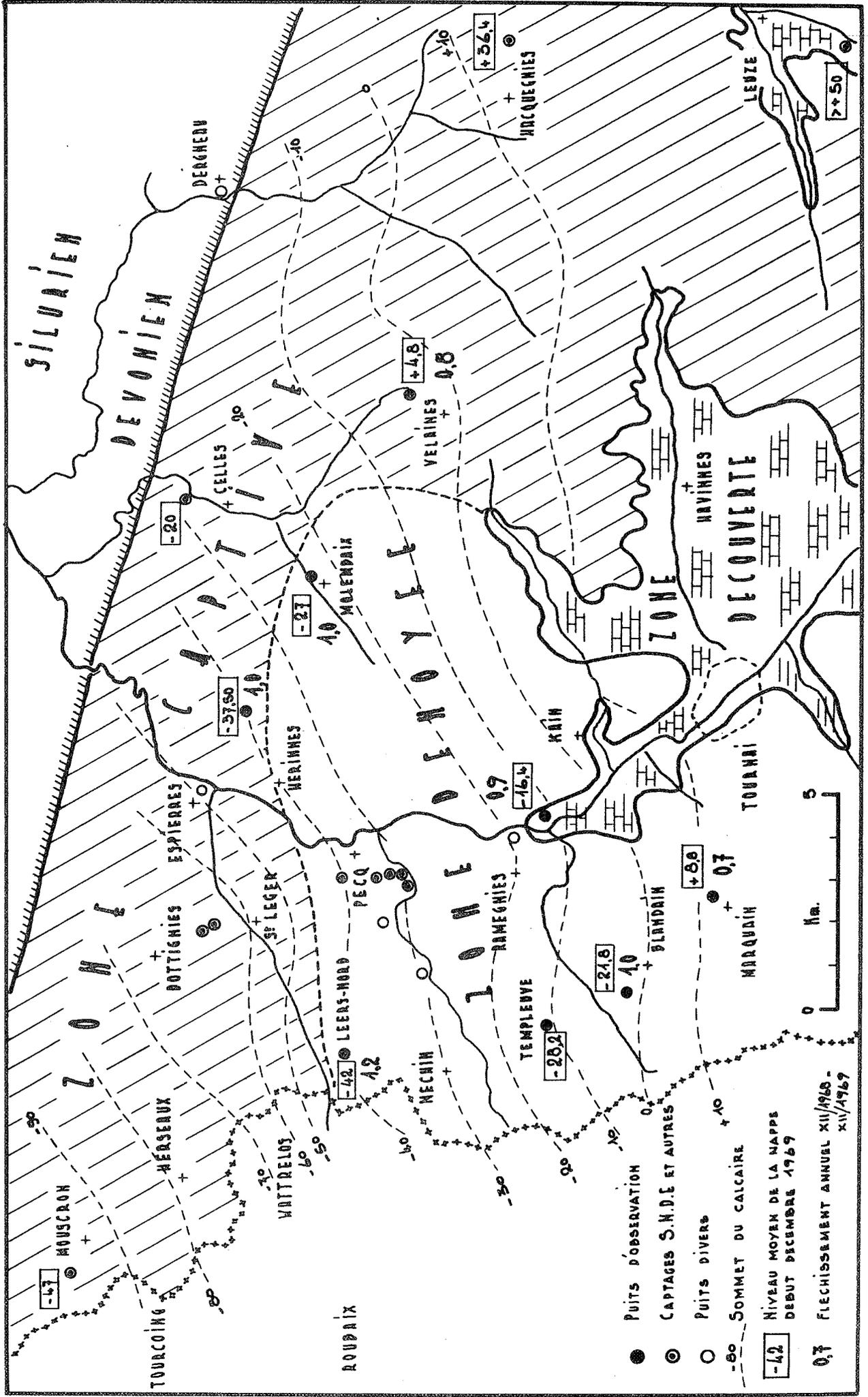
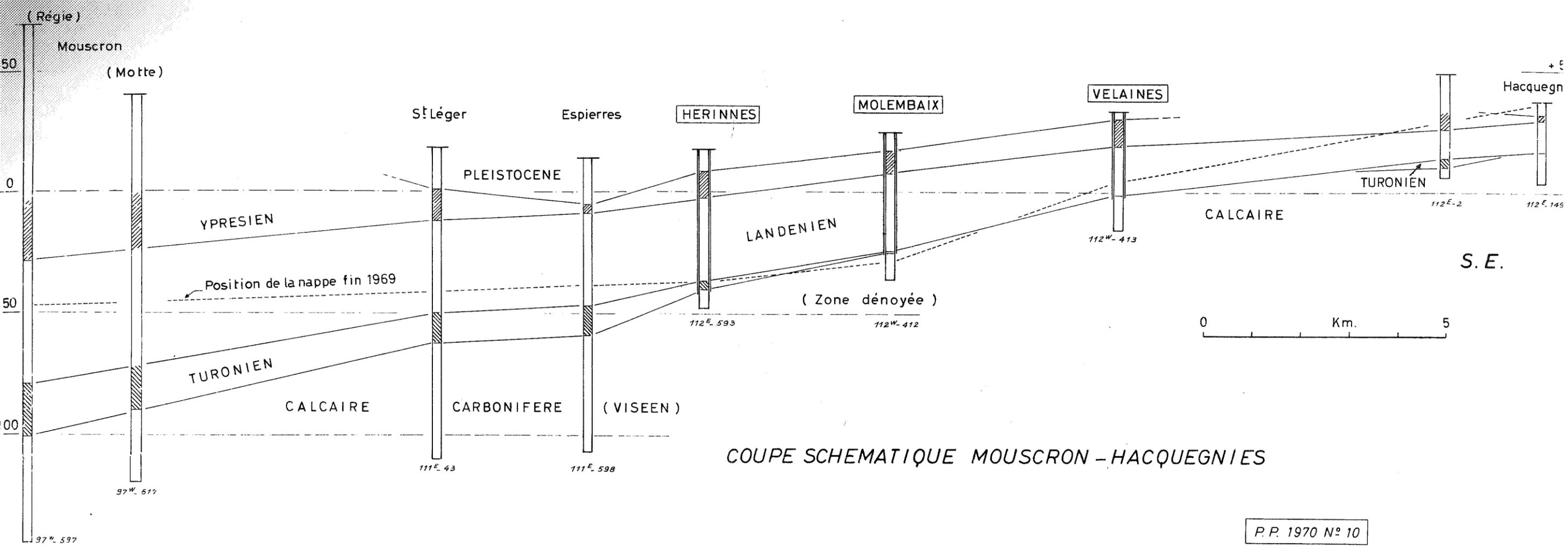


Fig: 32



COUPE SCHEMATIQUE MOUSCRON - HACQUEGNIES

P.P. 1970 N° 10
Fig. 33