

# Sondages thermométriques du lac de Neuchâtel

Autor(en): **Perrot, Sam. de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **57 (1932)**

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-88700>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# SONDAGES THERMOMÉTRIQUES DU LAC DE NEUCHÂTEL

PAR

SAM. DE PERROT

(AVEC 24 FIGURES)

En 1836, le professeur Guyot a fait beaucoup de sondages thermométriques du lac. Dans ce but, il a même travaillé à établir la carte du lac au 1 : 96 000 de M. de Pourtalès-Gorgier. Malheureusement, la carte seule reste, les observations sont introuvables.

Dans le même ordre d'idées, nous étant aperçu pendant l'été 1927 qu'il y avait d'assez fortes variations dans la température superficielle d'un point à l'autre du lac, il nous a paru intéressant de continuer les observations du professeur Guyot et d'étudier la répartition intérieure des températures du lac de Neuchâtel après la correction des eaux du Jura. Ce travail a été commencé en décembre 1927 et continué régulièrement jusqu'à fin 1932.

Il a fallu beaucoup d'essais pour trouver le matériel convenant le mieux et pour sa mise au point. Voici ce qui nous a donné les meilleurs résultats.

*Bateau.* — Tout bon bateau de 5 à 6 places, pesant approximativement 200 kilos avec rames et motogodille, faisant environ 3 mètres à la seconde, convient. Il ne doit pas être trop lourd à la rame, car pendant les observations un aide doit le maintenir la pointe au vent. Dès qu'il y a des vagues un peu fortes, on ne peut plus travailler, les thermomètres se renversant tout seuls.

Un *treuil*, type de pêcheur, contenant 200 mètres de fil, est monté à l'avant. Le fil en acier souple a 3 mm. de diamètre, avec cosses tous les 5 mètres et numéros tous les 10 mètres; un plomb de 3 kilos suffit. En attendant l'instrument idéal enregistrant la température au fur et à mesure de la descente et que nous n'avons pas encore trouvé, il faut s'en tenir au *thermomètre à mercure à renversement* avec monture en bois de peuplier. La grosse difficulté avec les thermomètres est l'équilibrage qui dépend de la densité de l'eau et diffère considérablement pour l'eau douce et pour l'eau salée.

Le thermomètre est fixé par une chaîne en laiton de 60 cm. de long, terminée par un mousqueton à l'autre extrémité et crochée dans une des cosses. Il est descendu verticalement, boule en bas, sans qu'il chavire. Après l'observation, les thermomètres sont re-

montés et ce mouvement les fait basculer boule en haut, la grenaille qui fait contre-poids glissant à l'autre extrémité.

C'est ici qu'un bon équilibrage est important, la moindre vague risquant de renverser de nouveau le thermomètre.

Pour activer le travail, on peut crocher de 6 à 10 thermomètres sur la même sonde.

Vient ensuite la *boussole*, qui est très importante et doit être très sensible. Pour peu que l'attraction de la motogodille se fasse sentir, il faut dresser une table de corrections pour le tour d'horizon.

Puis vient le *sextant*, soit de poche pour ceux qui ont bonne vue, soit de marine avec lunette grossissant de quatre à six fois pour le commun des mortels. C'est le type le plus courant permettant des observations lointaines par temps gris.

Enfin, il faut un *compteur* au cinquième de seconde, un *compteur de tours* pour le moteur et une *corne* pour les signaux de brouillard.

Les *cartes* au 1 : 25 000 sont collées chacune sur un carton de même grandeur.

Prendre des imperméables en cas d'averses toujours possibles. Pour la facilité du travail, on a avantage à prendre des profils bien repérés par de grands bâtiments blancs, si possible, flanqués d'autres bâtiments bien visibles pour les angles et exactement reportés sur la carte. C'est un point très important, car, avec les nouvelles constructions qui surgissent un peu partout, il est très rare que les cartes soient à jour.

On trouve ces bâtiments généralement au cadastre, sinon il faut faire une petite triangulation pour les repérer.

Le profil type, dans notre cas, s'étend entre le môle de la Nautique à Neuchâtel et le débarcadère de Port-Alban, soit sur un parcours de 7383 mètres.

Une fois en station, après avoir marché le nombre de secondes correspondant à la distance désirée sur l'alignement choisi, on sonde. Si on est à la place voulue, on continue les opérations, sinon on se déplace plus ou moins loin. On remonte le fil et on répartit les numéros de thermomètres d'après la profondeur, le premier étant au fond, puis on redescend la ligne en crochant à la profondeur voulue au fur et à mesure les thermomètres dans l'ordre fixé jusqu'à la surface.

On attend six minutes; pendant ce temps on relève la température à la surface, fixe la position par les angles et allume sa pipe.

En remontant, donner une bonne secousse pour commencer, ce qui renverse tous les thermomètres, puis les décrocher au fur et à mesure de leur arrivée à la surface. L'opération prend vingt minutes environ.

Etablir une rotation dans la position des thermomètres. Ne pas les garder toujours à la même profondeur. Par exemple : 1<sup>er</sup> profil

n<sup>os</sup> 1, 2, 3. — 2<sup>me</sup> profil n<sup>os</sup> 2, 3, 1. — 3<sup>me</sup> profil n<sup>os</sup> 3, 1, 2. On constate immédiatement les thermomètres qui crochent ou se sont mal renversés.

La station finie, on marche de quatre à neuf minutes le long du profil pour recommencer la même opération.

Pour les *réductions*, travailler avec les cotes absolues, obtenues en ajoutant à la cote du fond d'après la carte à courbes de niveau la longueur du fil employé.

En cas de brouillard, *marcher à l'estime*, c'est-à-dire à la montre, à la boussole et à la sonde, la vitesse du bateau étant connue. Tenir compte du *courant* quelquefois très fort et de l'attraction du moteur sur la boussole dans certaines directions. Mesurer de préférence en eau calme le matin.

Que l'effet du courant ne soit pas négligeable est montré par le fait que deux fois, en allant de Neuchâtel vers la Broye, on est arrivé 40 minutes après vers la Thielle, soit une différence de 1<sup>km</sup>,6, ayant produit une déviation latérale de 40 mètres par minute de parcours.

Le travail de bureau consiste en :

*Contrôle des thermomètres* dans de grands bassins d'eau fraîche, application des corrections.

*Contrôle de la longueur de la sonde.* — Etablissement de la cote absolue pour chaque point. Repérage des points depuis l'origine par les angles, au moins par deux segments capables, soit, ce qui est en général amplement suffisant, en reportant ces angles sur du papier calque au moyen des cordes, puis sur la carte. Conserver soigneusement les calques clairement repérés. On peut être tout content à l'occasion de les avoir pour vérifier un point. Dès que l'on a passé le milieu du lac, prendre les angles depuis le sud, vu le manque de signaux de ce côté-là; une triangulation a été nécessaire pour établir quelques repères.

*Report de chaque sondage.* — Planimétrage pour la détermination de chaque moyenne.

Dessin de la courbe de répartition verticale des températures du profil.

Construction de la courbe des moments, soit profondeurs multipliées par les températures moyennes.

Planimétrage de cette courbe.

Planimétrage de la section. Echelles 1 : 50 000 et 1 : 2 000.

Détermination de la température moyenne de la section en divisant 10 fois la surface des moments par celle de la section au 1 : 50 000.

Refaire le même travail pour la répartition horizontale des températures par couche de 20 mètres. Comme preuve, les deux moyennes doivent correspondre.

Chaque profil comprend donc l'établissement sur du papier quadrillé millimétrique du profil en travers complet 1 : 50 000 et

1 : 2 000 avec courbe de température complète de chaque sondage en coupe,

du report des températures moyennes pour les diverses profondeurs,

de l'établissement des températures moyennes pour chaque profil,

de l'établissement de la courbe des moments,

de la température moyenne du profil.

En reportant les jours comme abscisses et les températures comme ordonnées pour chaque profil, on obtient la marche du réchauffement intérieur du lac en profondeur pendant le temps voulu.

On peut tout de suite en tirer quelques conclusions intéressantes.

La plus importante est que, malgré toutes les données des livres de physique, la température constante de 4° dans le fond du lac est un mythe.

Non seulement nous ne l'avons jamais observée, mais nos prédécesseurs ne l'ont pas constatée non plus.

L'eau froide ne peut pas rester en équilibre sur de l'eau plus chaude, elle descend immédiatement en refroidissant la couche inférieure et cela continue jusqu'à ce qu'on ait une couche d'eau de température uniforme de haut en bas.

On peut aussi déduire que de la fin de l'année au 20 février pour les années avancées et au commencement d'avril pour les retardées, la température est constante de haut en bas et à travers tout le lac. Les profils sont donc superflus pendant ce temps-là.

Jusqu'à quel point la température moyenne de tout le lac peut-elle s'abaisser ? Nous avons pu la suivre jusqu'à 3°,53 le 11 mars 1929 et 3°,55 le 3 mars 1932; or la surface du lac avait des velléités de geler ces jours-là.

Notre lac rentre dans le type des lacs tempérés de Forel.

La surface du lac de Neuchâtel est de 216 km<sup>2</sup>, sa profondeur moyenne de 65 mètres, son volume de 14,04 km<sup>3</sup>. Comme il y a 1000 grandes calories au mètre cube, pour un degré de différence de température, la chaleur emmagasinée par degré est donc de 14,04 trillions de calories.

Pour avoir le total des calories emmagasinées dans le lac, il suffit de multiplier les calories correspondant aux températures maximales et minimales moyennes du lac ou, ce qui revient au même, la différence des températures moyennes pour la période en question par 14,04 trillions de calories.

Nous pouvons ainsi former le tableau suivant :

1928	différence de température	6°,21	87 048	trillions de calories
1929	»	»	4°,82	67 673 »
1930	»	»	4°,3	60 372 »
1931	»	»	4°,44	62 337 »
1932	»	»	4°,24	59 530 »



D'autres études, dont celle des courants, ont aussi été poursuivies avec des flotteurs à différentes profondeurs. Comme les courants varient à chaque instant, il faut pour les étudier avec avantage employer un moulinet avec enregistreur de direction donnant des résultats exacts jusqu'à 150 mètres de profondeur.

Dès que nous aurons reçu les fonds pour nous procurer un de ces appareils, nous reprendrons l'étude.

---

## EXPLICATION DES PLANCHES

---

### 1929

- 9 avril. Le lac commence à se réchauffer du côté de Port-Alban.  
17 mai. Le réchauffement continue depuis Neuchâtel.  
19 juin. Le fond se réchauffe.  
10 juillet. Coin caractéristique du côté de Neuchâtel.  
3 août. Le réchauffement s'étend depuis le sud.  
26 septembre. Le réchauffement continue depuis le sud.  
31 octobre. Le lac se refroidit.  
25 novembre. » »  
21 décembre. » »

### 1930

- 31 mars. Répartition normale des températures.  
1 mai. Se réchauffe depuis Neuchâtel.  
19 mai. Coin chaud devant Port-Alban.  
18 juin. Réchauffement régulier.  
9 juillet. » »  
29 juillet. Profil levé pour les pêcheurs entre Port-Alban et Chevroux.  
2 août. Même profil après fort vent. (Observez les variations de températures entre les deux.)

### 1931

- 1 mai. Répartition normale des températures.  
22 mai. » » »  
24 juin. » » »

### 1932

- 8 juin. Répartition normale des températures.

Suit le résumé des sondages entre 1928 et 1931, enfin les variations moyennes du lac de 1817-1873 avant la correction; celles de 1883-1929 après la correction, et les variations probables après la seconde correction.

*Observations.* — Par suite des courants, les températures changent très rapidement. Les clichés donnent les températures prises le matin entre 9 h. et 11 h.  $\frac{1}{2}$ .

Nous donnons encore (p. 167 et 168) deux figures montrant la manière de procéder aux réductions.

La première figure donne les reports des cinq sondages du 26 août 1932 à l'échelle de 1 mm. par degré et par mètre de profondeur,

et la détermination des températures pour chaque sondage; elle est obtenue en divisant la surface planimétrée correspondante par la profondeur en mètres.

A noter qu'une certaine constante, au-dessous de la limite planimétrée, ici 5°, est ajoutée pour obtenir les moyennes réelles.

La seconde figure, du 26 août, donne la coupe au 1/50 000 et les hauteurs au 1/2000 du profil sur lequel figurent des sondages avec leur distance depuis l'origine ainsi que leur profondeur corrigée.

La courbe des températures moyennes des sections est reproduite au-dessous, elle est dessinée d'après les données ci-dessus.

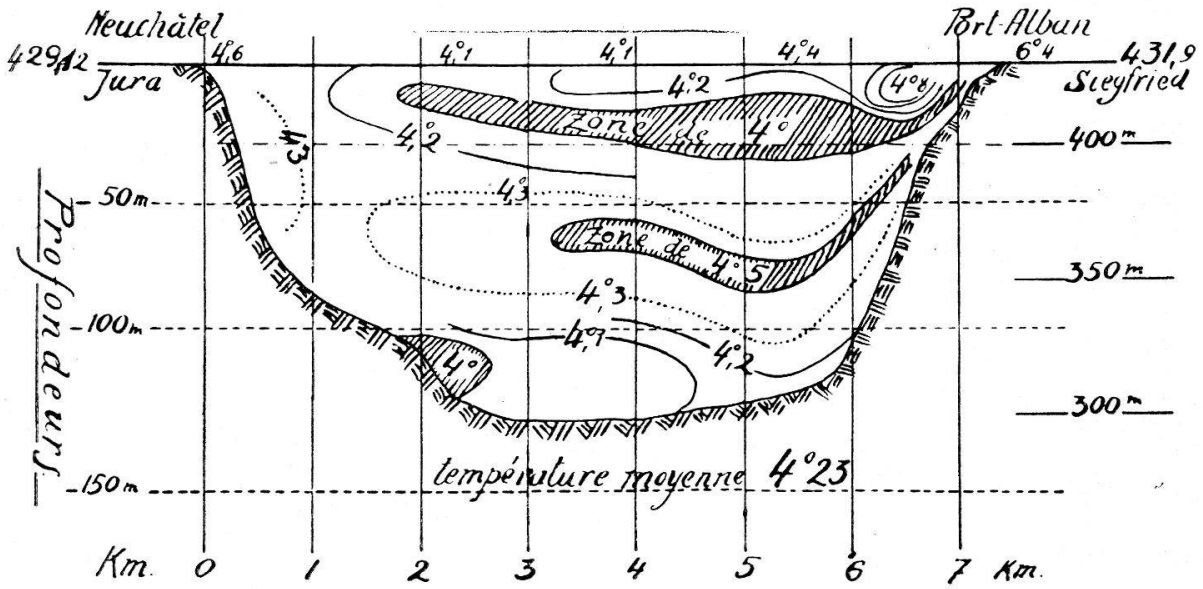
Enfin, au bas de la figure, la courbe des moments (profondeur en mètres multipliée par température correspondante en degrés) est reportée à chaque profil. Quelques points intermédiaires sont interpolés graphiquement pour la compléter. Tous ces points sont ensuite reliés par un trait. La surface de la courbe des moments est planimétrée en mm<sup>2</sup>, de même que la section du lac au 1/50 000.

En divisant 10 fois la surface des moments par la surface du lac, on obtient la température moyenne de tout le profil. Elle est reportée sur chacun des divers profils.

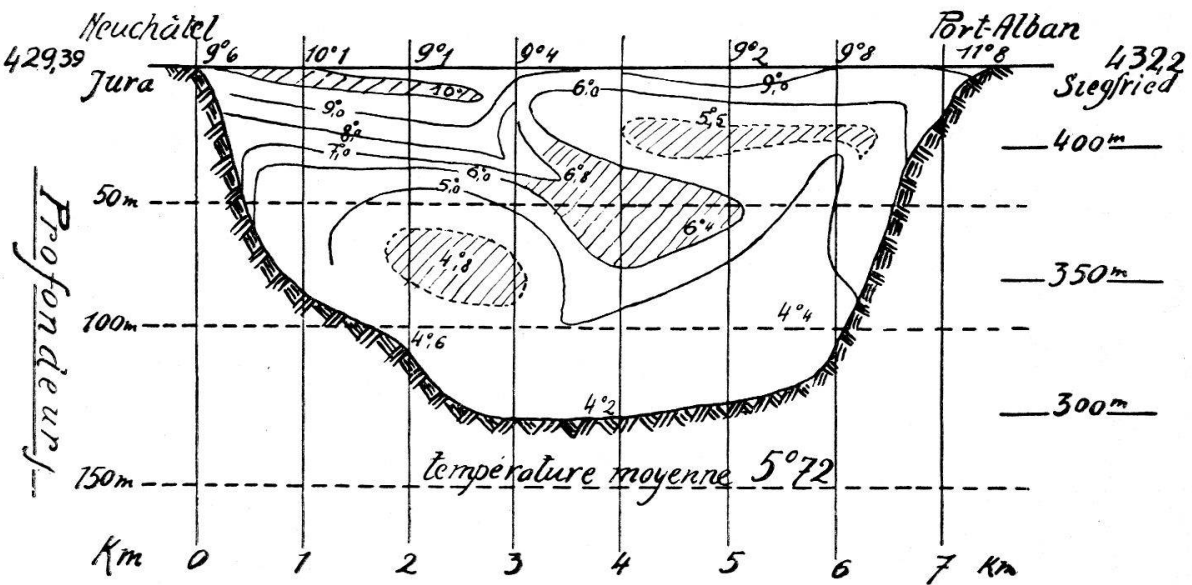
Manuscrit reçu le 31 mars 1933.

Dernières épreuves corrigées le 28 avril 1933.

9 avril 1929.

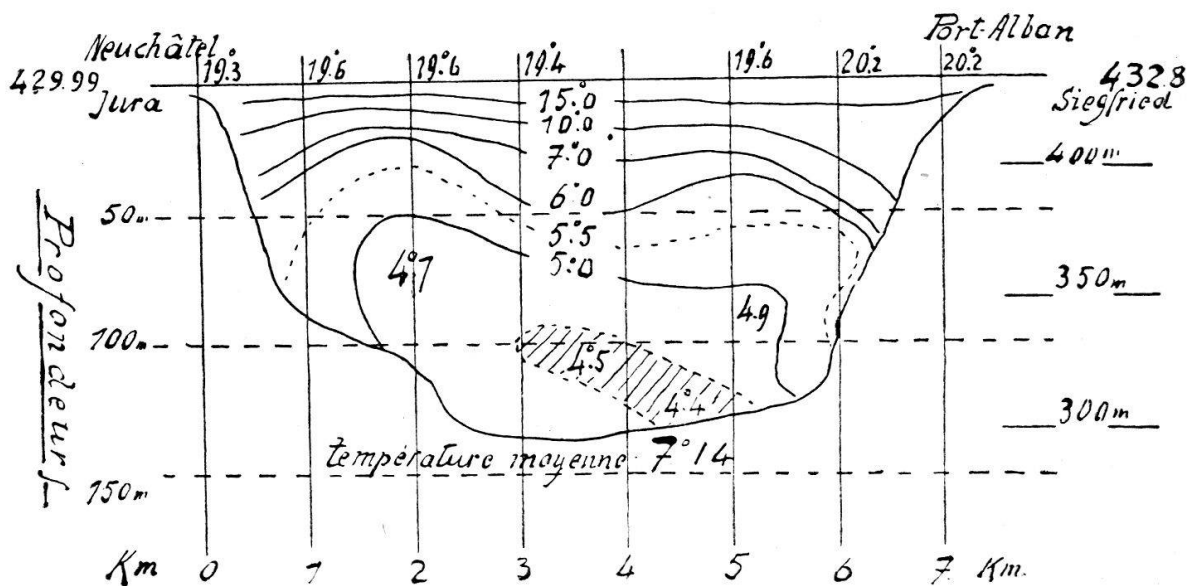


17 mai 1929.

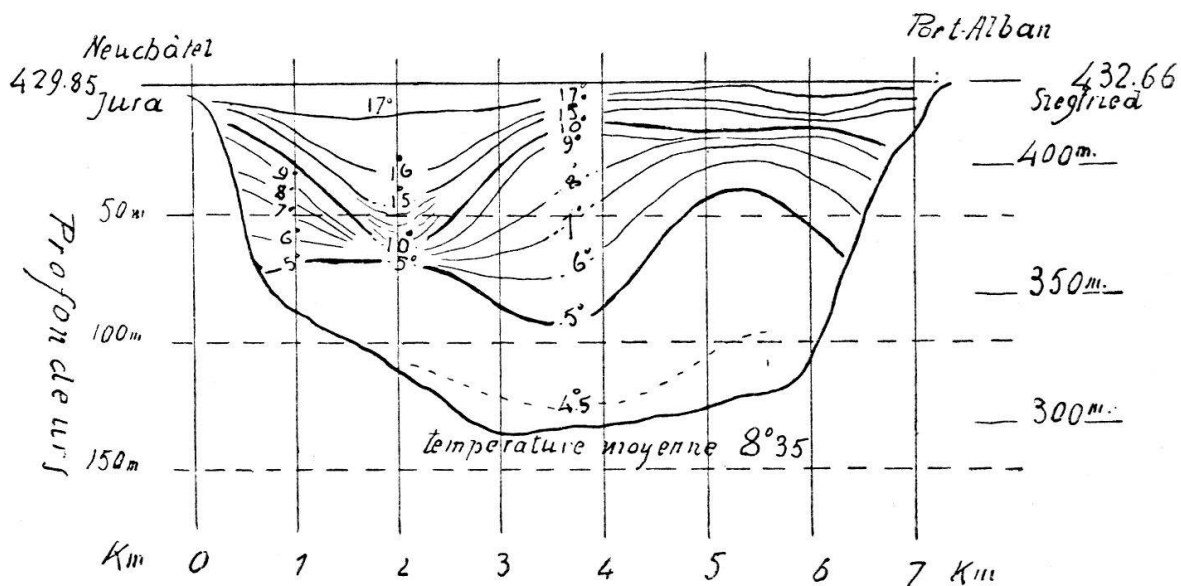




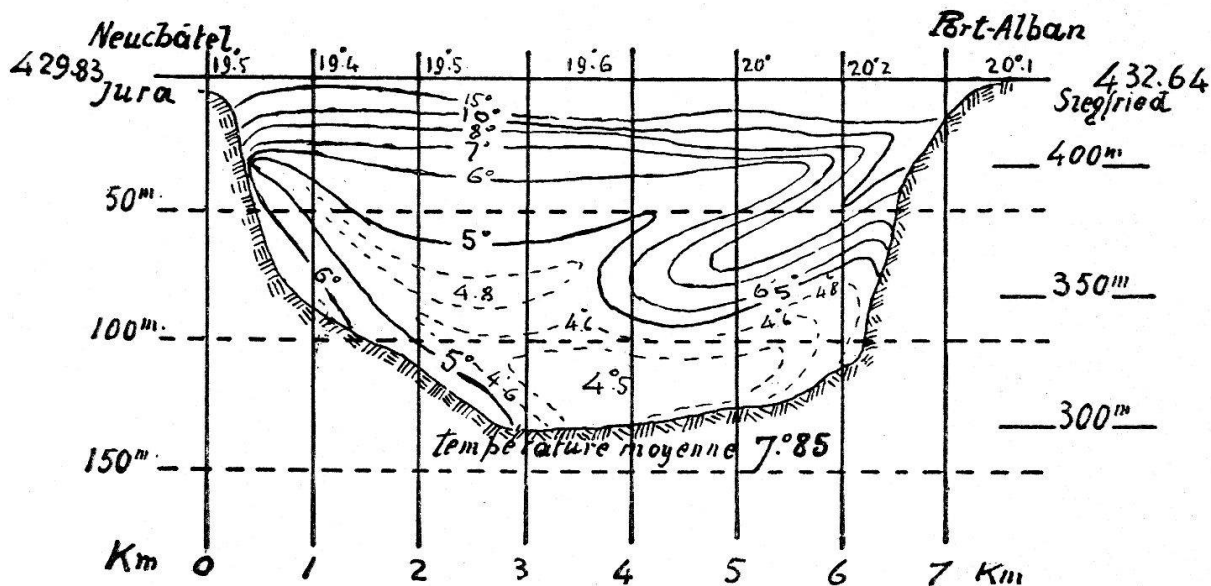
19 juin 1929.



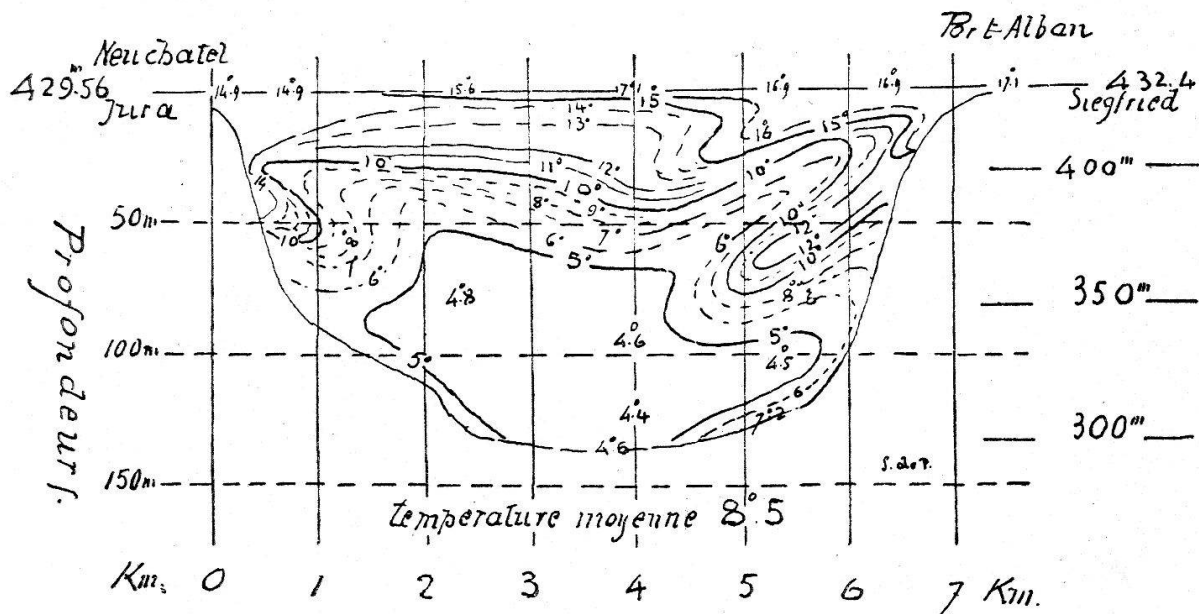
10 juillet 1929.



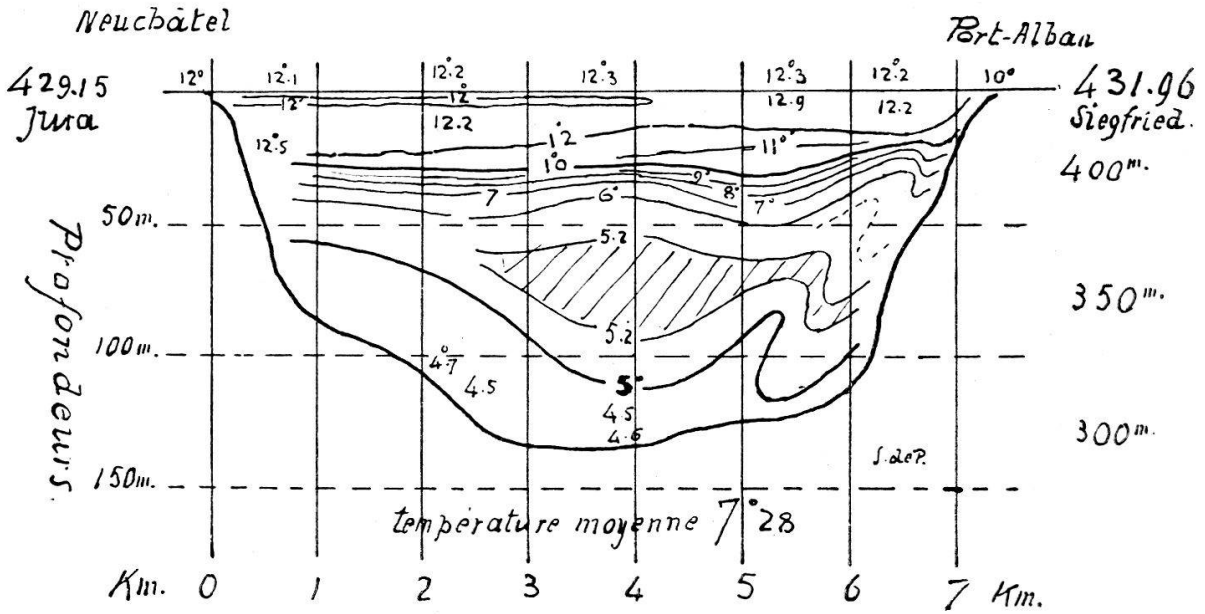
3 août 1929.



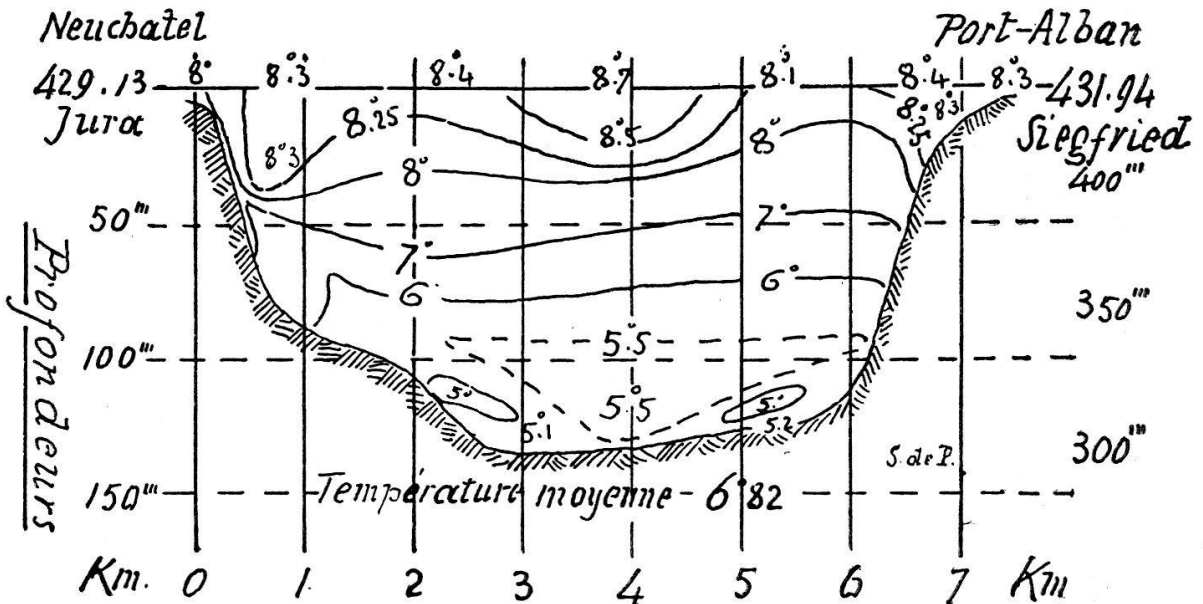
26 septembre 1929.



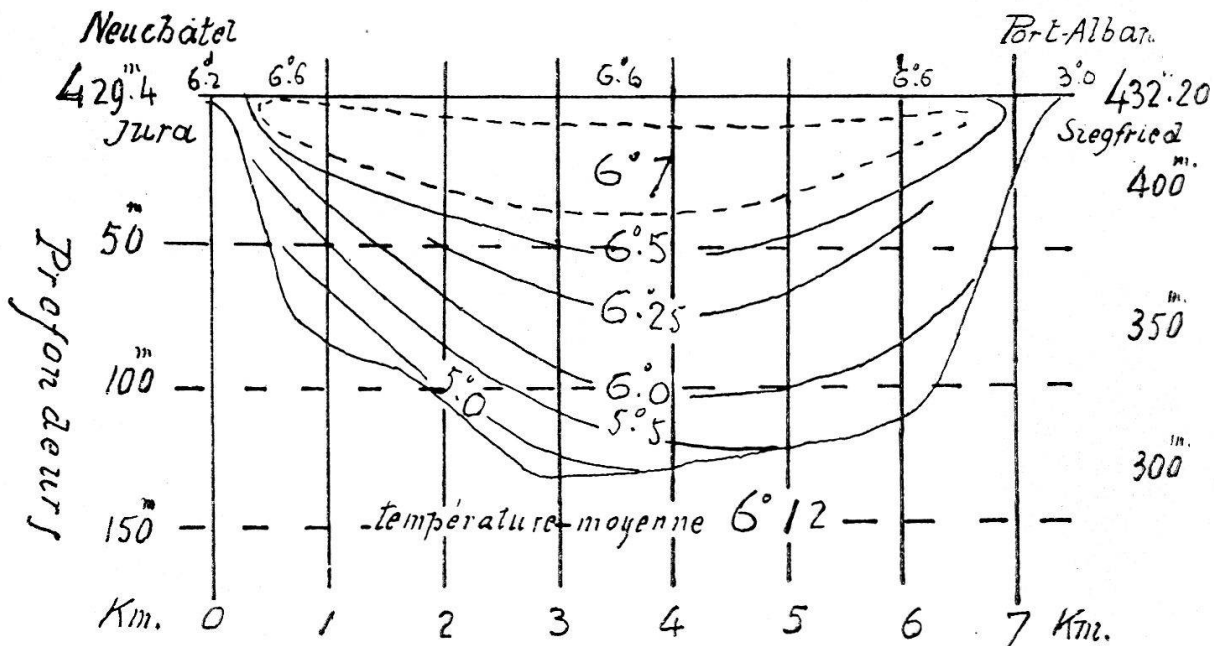
31 octobre 1929.



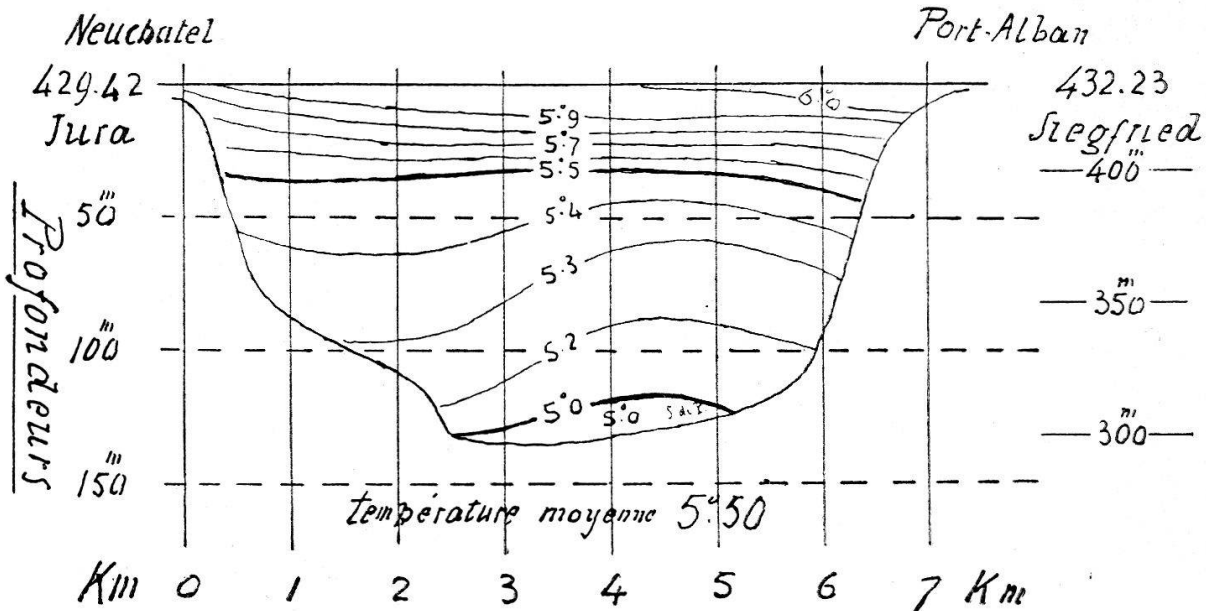
25 novembre 1929.



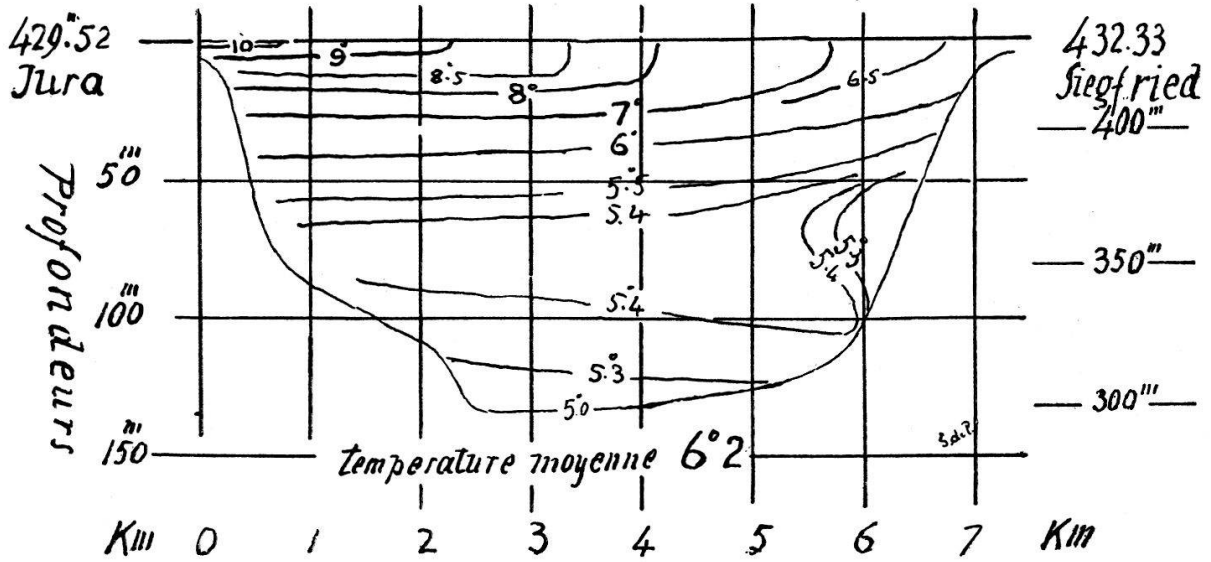
21 décembre 1929.



31 mars 1930.



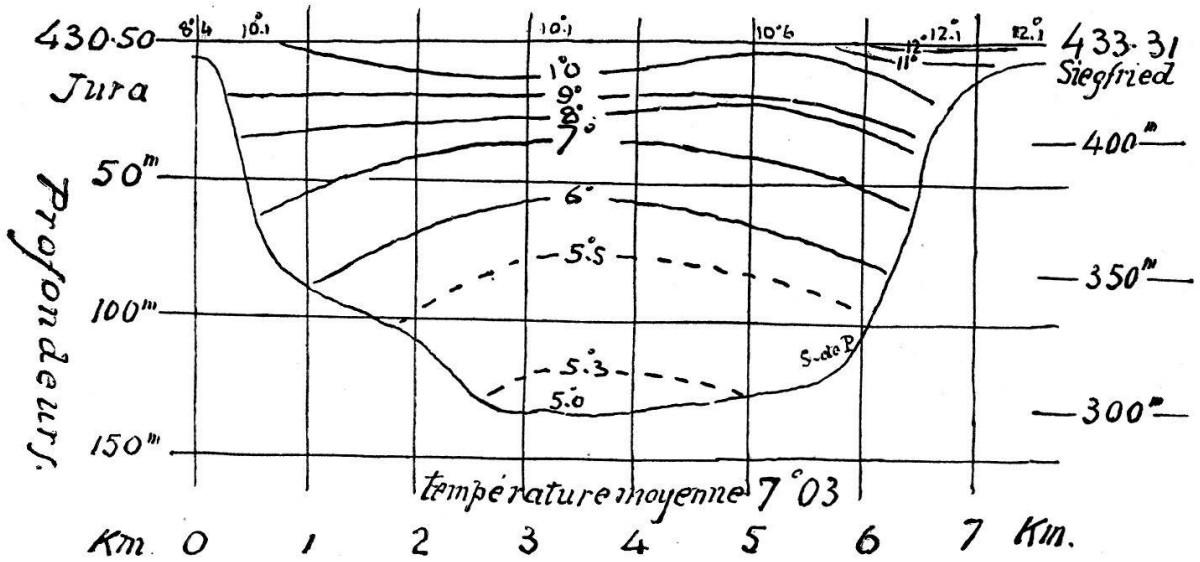
1<sup>er</sup> mai 1930.



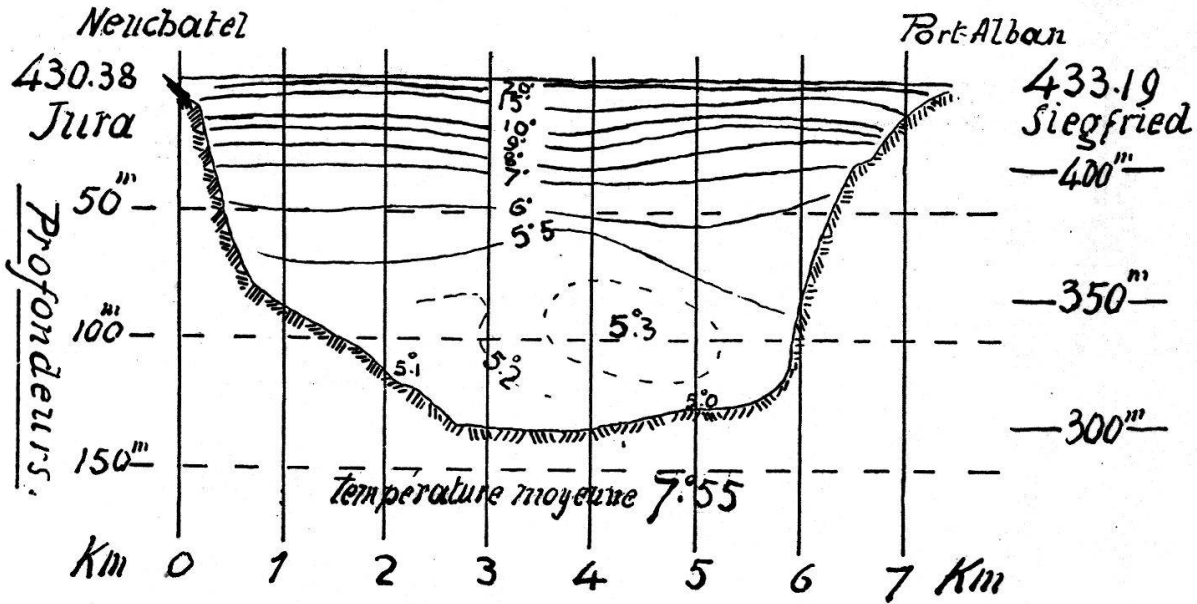
19 mai 1930.

Neuchâtel.

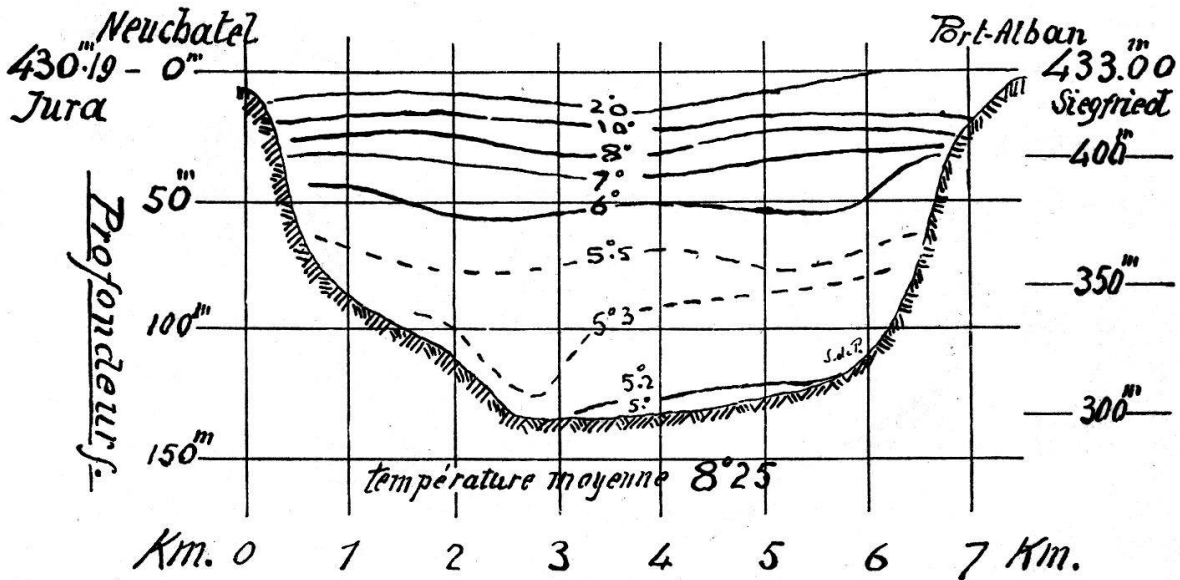
Port-Alban



18 juin 1930.



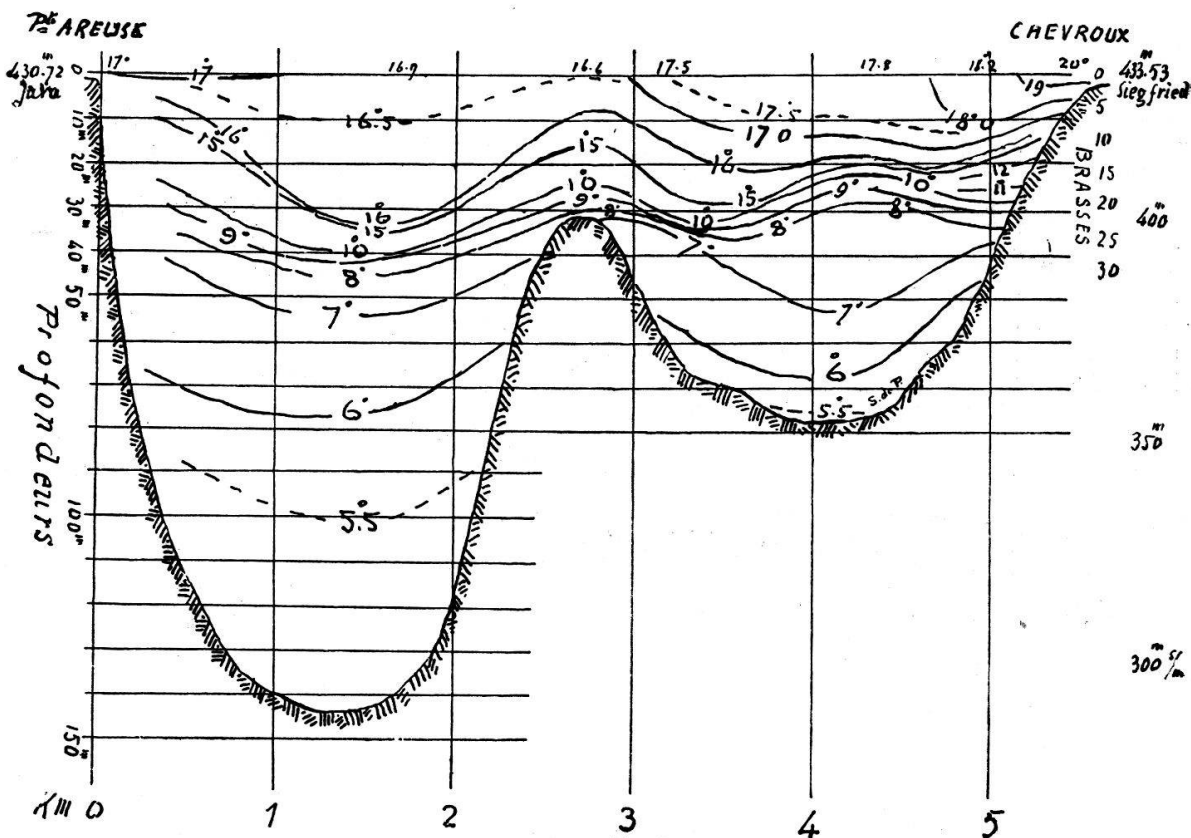
9 juillet 1930.



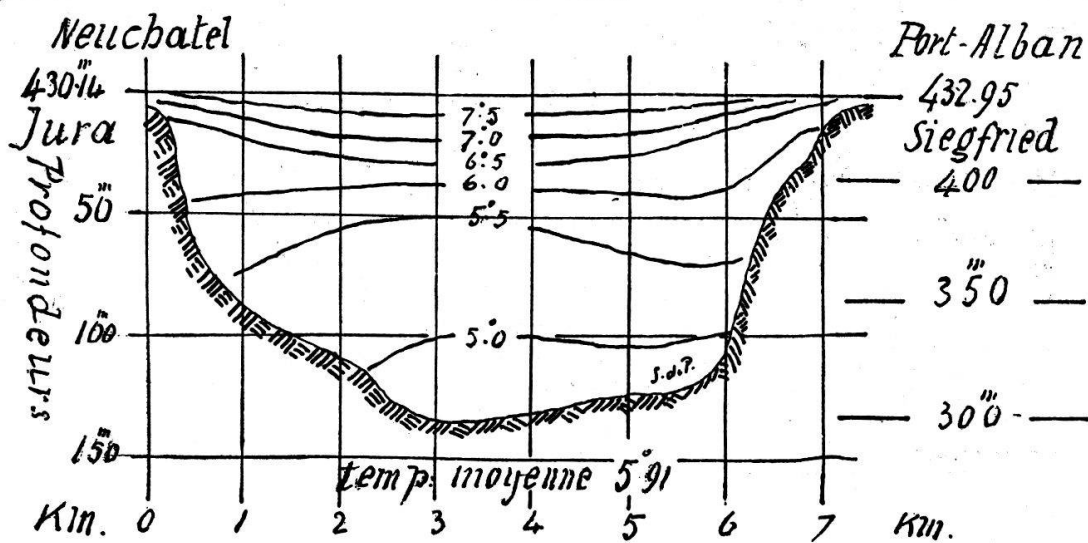


1<sup>er</sup> profil pour déterminer la profondeur des filets de lève.

29 juillet 1930.

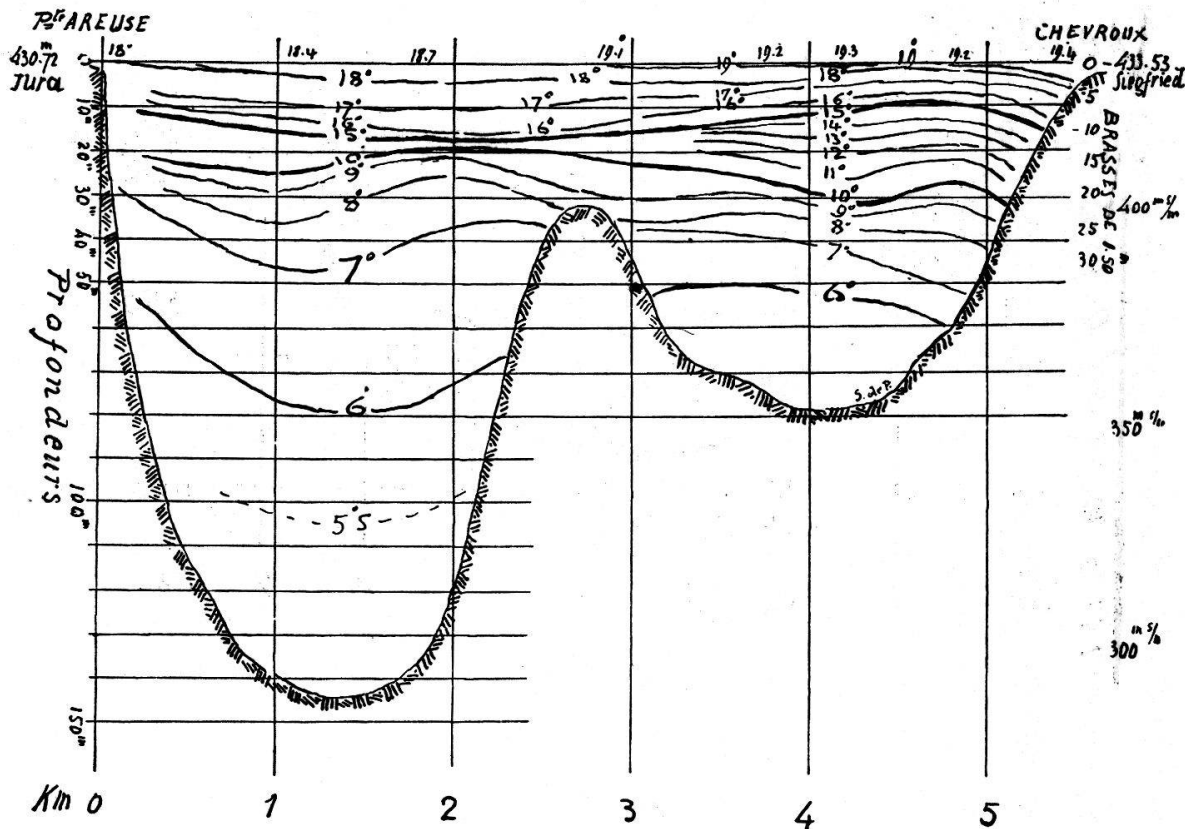


1<sup>er</sup> mai 1931.

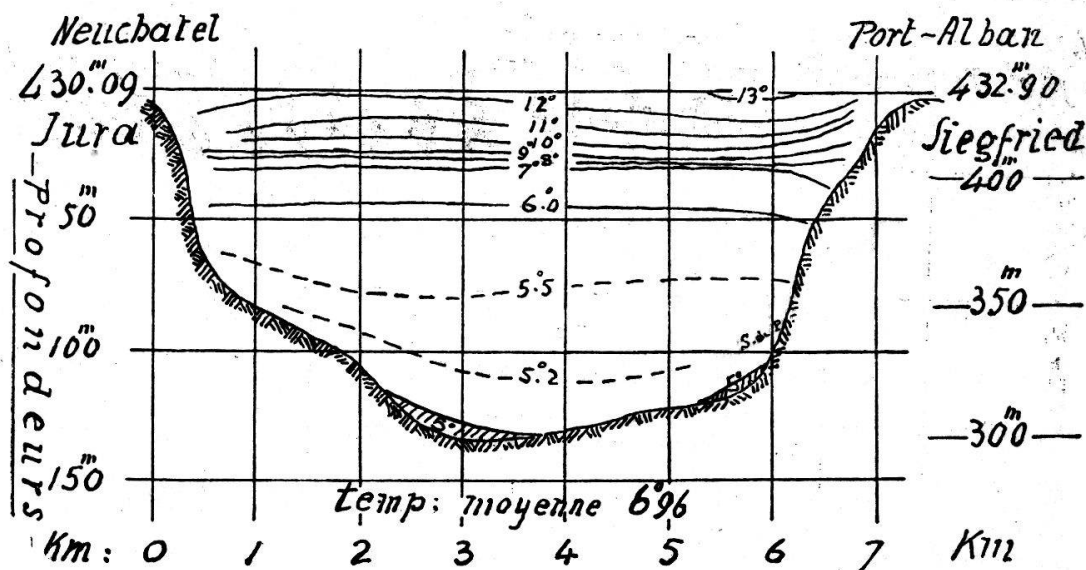


2<sup>me</sup> profil pour déterminer  
la profondeur la plus avantageuse pour les filets de lève.

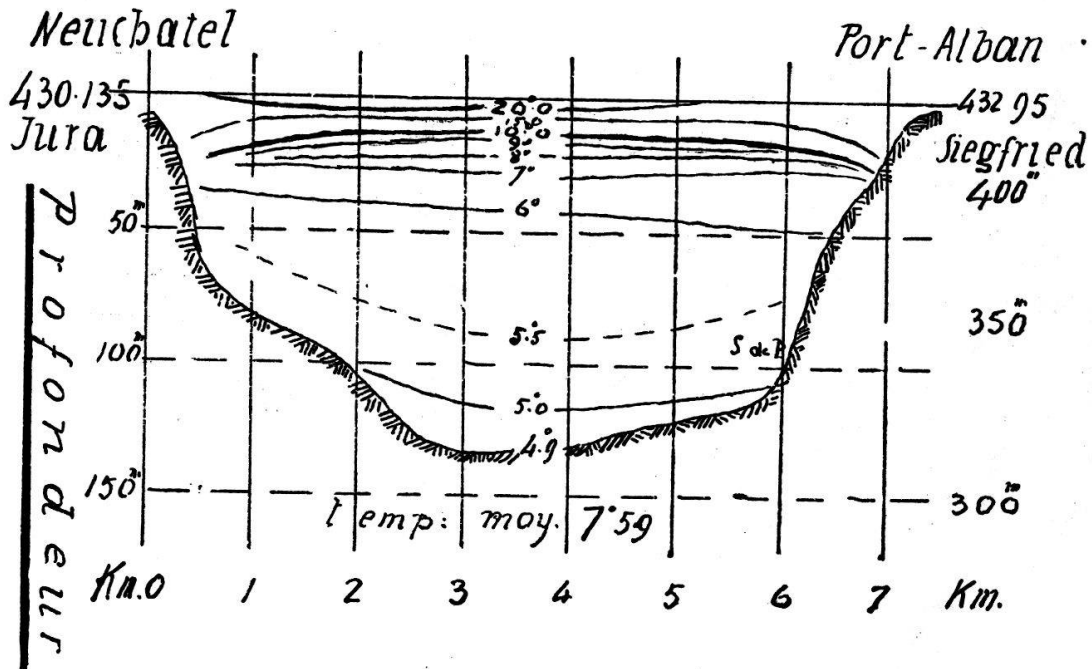
2 août 1930.



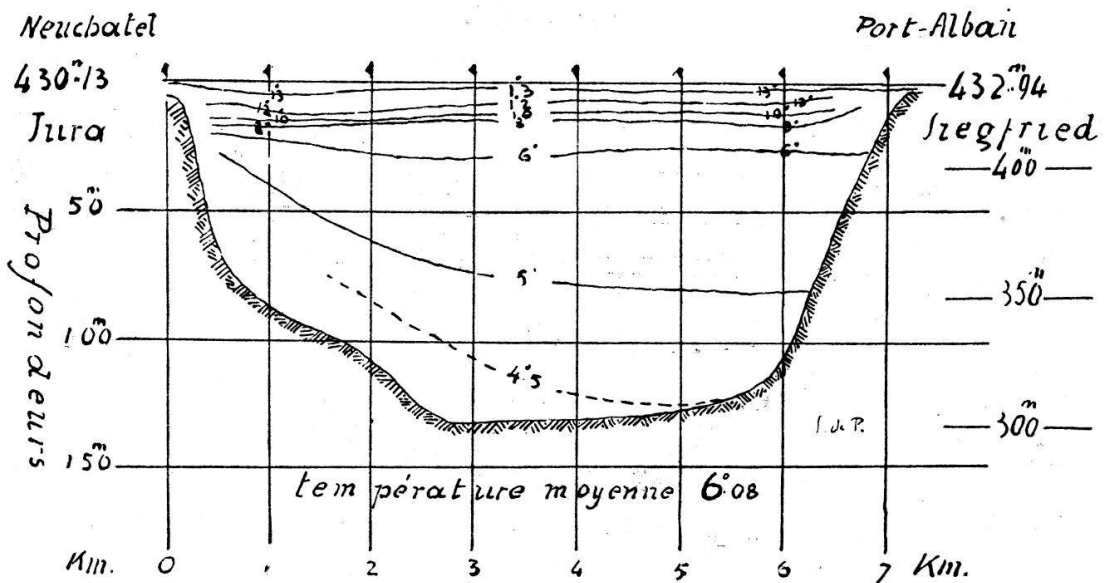
22 mai 1931.



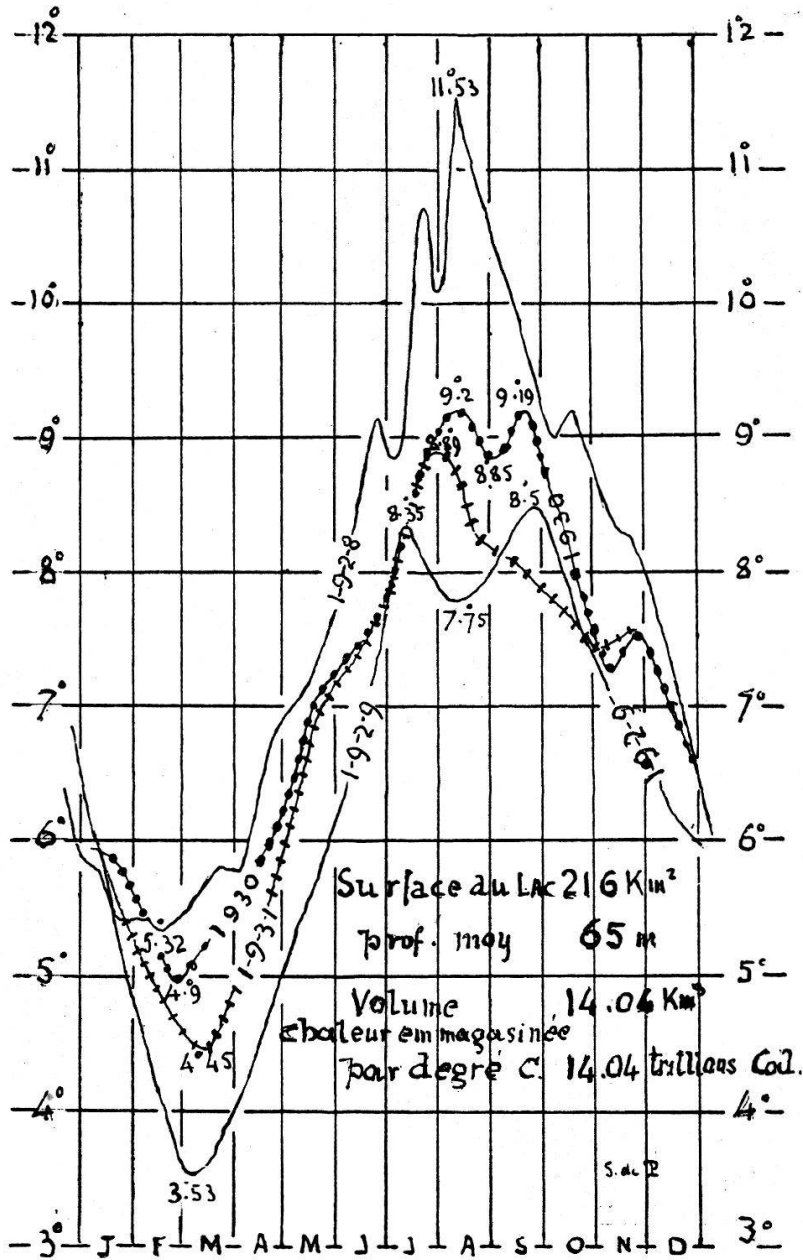
24 juin 1931.



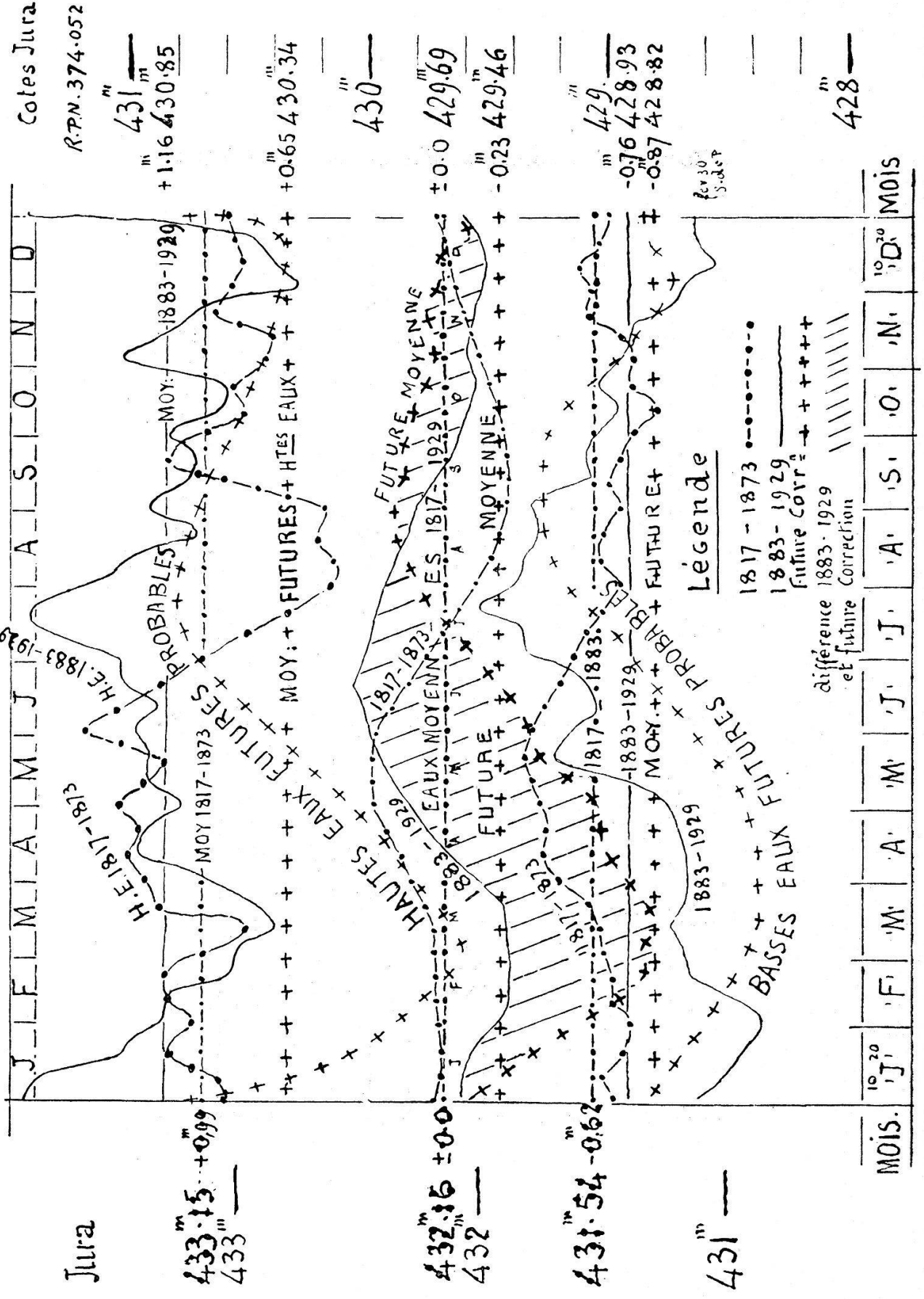
8 juin 1932.



Résumé des sondages des années 1928 à 1931.



MOYENNES DU LAC. 1817-1873 avant la correction; 1883-1929 après la correction; id., après la deuxième correction future.







Coupe au 1/50 000 et hauteurs au 1/2000  
 du profil de sondages avec courbe des températures moyennes  
 des sections et la courbe des moments.

432 67 Siegfried 429.86 Jura

