Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Band: 22 (1893-1894)

Vereinsnachrichten: Procès-verbal de la 37e séance de la commission géodésique suisse tenue à l'Observatoire de Neuchâtel

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

PROCÈS-VERBAL

DE LA 37e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

A L'OBSERVATOIRE DE NEUCHATEL

LE 27 MAI 1894

37e séance de la Commission géodésique suisse.

Présidence de M. le professeur Dr A. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.

La séance est ouverte à 1 heure et demie.

Sont présents : M. le colonel *Lochmann,* chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'École cantonale de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission.

M. le professeur *F.-A. Forel*, Président du Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles, M. le Dr *Léon DuPasquier*, de Neuchâtel, et M. le Dr *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission géodésique suisse, assistent à la séance comme invités, avec voix consultative.

En ouvrant la séance, M. le professeur *Hirsch* prononce les paroles suivantes :

Messieurs,

« Je dois l'honneur de vous présider aujourd'hui au triste événement, qui a privé la science d'un savant de grand mérite, la Suisse d'un de ses fils les plus méritants, et notre Commission géodésique de son plus fidèle membre, qui lui a appartenu dès l'origine et qui l'a présidée depuis la mort du général Dufour.

« Avec quel zèle, avec quel esprit à la fois pratique et élevé, avec quelle aimable aménité Wolf a accompli ces

fonctions, vous le savez trop bien, pour que j'aie besoin de le rappeler. La belle et bonne figure de notre président, son regard fin et riant, sa parole d'autant plus digne d'attention qu'elle était plus rare et concise, tous ces traits de l'homme original, que nous avons tant aimé et respecté, sont et resteront vivants dans la mémoire de ses anciens collègues de la Commission, comme de tous ceux qui ont eu le privilège de l'approcher de plus près.

« La douleur profonde et générale, que la disparition de Wolf a causée en Suisse et dans le monde savant, a été exprimée d'une manière si touchante par les orateurs éloquents dans la belle cérémonie de ses funérailles, à la « Prediger Kirche » de Zurich ; ses nombreux mérites de savant et d'érudit ont été célébrés avec tant de juste reconnaissance, et la portée considérable de son œuvre littéraire et scientifique si bien relevée dans de nombreuses nécrologies — parmi lesquelles je me permets de vous remettre une courte notice que j'ai communiquée à la Société des sciences de Neuchâtel — que je puis et dois me borner ici à invoquer la protection tutélaire de notre vieille amitié, aujourd'hui où votre confiance m'appelle à remplacer Wolf dans ce fauteuil présidentiel.

« Je sais bien que je ne réussirai pas à égaler mon prédécesseur; je tâcherai toutefois de m'inspirer de son exemple et d'être digne de lui, au moins par l'intérêt profond que je porte à notre œuvre. »

Sur la proposition de M. *Hirsch*, président, le programme de la séance est fixé comme suit :

1° Proposition à la Société helvétique des sciences naturelles pour combler la vacance causée par la mort de M. *Wolf ;* 2° rapport financier ; 3° rapport sur les travaux

géodésiques de l'exercice de 1893 et fixation du programme des travaux à exécuter en 1894 ; 4° rapport de M. Léon DuPasquier sur les déviations de la verticale, résultant de l'attraction des montagnes dans les stations situées près du méridien de Neuchâtel ; 5° rapport sur le nivellement de précision et fixation du programme pour l'année courante ; 6° rapport de M. Hirsch sur la réunion de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale à Genève en septembre 1893 ; 7° rectification du budget de l'année 1894, prévisions budgétaires pour l'exercice de 1895 et affaires administratives.

I. La Commission géodésique décide en premier lieu de proposer à la Société helvétique des sciences naturelles de nommer membre de la Commission géodésique, en remplacement de M. *Wolf*, M. le professeur *Albert Riggenbach*, à Bâle [1].

II. RAPPORT FINANCIER

M. le colonel *Lochmann* présente le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1893. Ces comptes ont été visés par le président, puis approuvés par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles.

[1] Conformément à ce préavis, la Société helvétique des Sciences naturelles a, dans son Assemblée générale du 31 juillet, à Schaffhouse, nommé M. le professeur Albert Riggenbach membre de la Commission géodésique suisse et par suite délégué de la Suisse à l'Association géodésique internationale.

Tableau des comptes de la Commission géodésique suisse pour l'exercice de 1893.

1893	*Recettes.*	Fr. Cent.	Fr. Cent
11 janvier	*Solde actif de 1892*		50 86
31 décembre	Allocation pour 1893 du Département fédéral de l'Intérieur	15000 —	
	Intérêt, pour 1893, sur un dépôt fait à la Banque populaire suisse à Berne . . .	76 10	
	Vente de publications de la Commission, par Georg et Cie, Genève	84 05	
	Bonification sur la prime pour 1892 sur l'assurance de l'ingénieur	5 90	15166 05
			15216 91
1894			
10 janvier	*Solde actif à nouveau*		140 56

1894	*Dépenses.*	Fr. Cent.	Fr. Cent.
10 janvier	pour l'*Ingénieur de la Commission* (M. Messerschmitt) :		
	Traitement pour 1893	4000 —	
	Indemnité de logement	500 —	
	Indemnité de déplacement pour travaux de campagne	1400 —	
	Frais pour aides, calculateurs, transports, établissement de stations	3088 88	8988 80
	pour *frais de nivellement en 1893* :		
	Subside au bureau topogr. fédéral . . .		2500 —
	pour *frais d'impression* (Attinger, Hofer et Burger, Zürcher et Furrer) :		
	Procès-verbal de la 35e séance 1892 . .	85 90	
	Procès-verbal de la 36e séance 1893 avec exposé historique	209 50	
	Exposé historique, tirage à part . . .	105 —	
	Tome VI de la « Triangulation suisse » .	1213 —	1613 40
	pour *séances de la Commission à Berne et à Zurich* (Prof. Dr Wolf, Prof. Dr Hirsch, Prof. Rebstein, Prof. Gautier, col. Lochmann)		380 70
	pour *conférences internationales* :		
	à Bruxelles 1892 (Frais du délégué) . .	895 —	
	à Genève 1893 (suisse. Prof. Hirsch) . .	340 —	1235 —
	pour *contribution pour 1893 au Bureau de l'Association géodésique internationale à Potsdam*	Mk. 144 —	178 75
	pour *menues dépenses, achat de cartes et de livres, etc.* (Bureau topogr., librairie Georg et Cie, librairie Fæsi et Beer) . .		73 70
	pour *frais de bureau et d'assurance* (Bureau topogr., Cie d'assurances « Zurich », Ls Clerc)		106 —
1894	Total . . .		15076 35
10 janvier	*Solde actif à nouveau*		140 56
			15216 91

Berne, le 27 janvier 1894.

J.-J. Lochmann.

Le Président, Dr Ad. Hirsch.

Le colonel *Lochmann* a dû demander, au commencement de cette année, un à compte de 5000 fr. sur l'allocation annuelle fédérale. Sur cette somme, il a été dépensé à ce jour : 3272 fr. 10. Si l'on tient compte du solde actif de l'année 1893 : 140 fr. 56 et du complément de l'allocation fédérale, soit 10 000 fr., il reste disponible à ce jour une somme de 11 868 fr. 46 pour l'exercice courant.

La Commission remercie M. le colonel Lochmann pour sa gestion financière et renvoie à la fin de la séance l'établissement du budget définitif pour l'année 1894 et du budget provisoire pour l'année 1895.

III. TRAVAUX GÉODÉSIQUES

M. *Rebstein* donne un rapide aperçu du rapport de M. Messerschmitt, ingénieur de la Commission, rapport qui a déjà circulé auprès des membres de la Commission.

Grâce aux circonstances atmosphériques favorables de l'été dernier, le programme des travaux a pu être intégralement rempli et même dépassé, en ce sens que des mesures de l'intensité de la pesanteur ont été faites dans quelques stations non prévues. Il a été, en tout, occupé dix-sept stations et M. Rebstein conclut que les mesures ont été bien faites et que les résultats obtenus pour la pesanteur paraissent concorder avec la distribution apparente des masses.

Voici le compte rendu sommaire des résultats principaux obtenus pendant la dernière campagne et des calculs qui ont été faits durant l'hiver 1893-1894.

A. Déterminations astronomiques.

1° *Station de Hersberg.* — 450m.

Latitude astronomique	$\varphi =$	47° 40′ 1″,0
» géodésique	B =	11,3
Déviation de la verticale . . .	φ — B =	— 10″,3

Azimut de la direction Hohentwiel.

Azimut astronomique	$\alpha =$	285° 14′ 39″,6
» géodésique	A =	28,5
Déviation en azimut. . . .	α — A =	+ 11″,1

Il en résulte :

Déviation en longitude	=	15″,0
» du zénith	$\rho =$	15,1
correspondant à l'azimut	$\alpha =$	135° (S.-E).

L'attraction du Jura souabe est ainsi mise en lumière.

2° *Station de Hohentwiel.* — 690m.

Déviation en longitude	φ — B =	— 13″,1
» en azimut	α — A =	+ 9,7

Il en résulte :

Déviation en longitude	=	+ 13″,2
» du zénith	$\rho =$	15,8
correspondant à l'azimut. . . .	$\alpha =$	146° (S.-E).

ce qui indique une attraction de la Forêt-Noire.

Ces résultats concordent avec ceux que l'on peut déduire du réseau rhénan.

3° *Station de Hörnli.* — 1130m.

Déviation en latitude . . . . . $\varphi - B = -1,7''$
» en azimut . . . . . $\alpha - A = -3,1$

Il en résulte :

Déviation en longitude. . . . . $= -4,2''$
» du zénith . . . $\rho = 3,3''$
correspondant à l'azimut . . $\alpha = 239°$ (W.-S.-W.)

4° *Station de Achenberg.* — 510m.

Latitude astronomique . . . . . $\varphi = 47° 35' 4,5''$
Azimut de la direction Lägern . . $\alpha = 146° 44' 32,9''$

5° *Station de Egg.* — 710m.

Latitude astronomique. . . . . $\varphi = 47° 34' 54,7''$
Azimut de la direction Wiesenberg . $\alpha = 196° 31' 23,9''$

6° *Station de Bâle, Bernoullianum.* — 270m.

Latitude astronomique . . . . . $\varphi = 47° 33' 35,7''$

L'impression du volume VI des publications de la Commission géodésique suisse a été terminée à la fin de 1893 et le volume expédié au commencement de l'hiver.

B. **Observations de pendule.**

Les mesures comparatives faites à Munich concordent d'une manière très satisfaisante avec celles de Vienne. Les valeurs qui résultent de ces deux séries d'observations pour la longueur L du pendule simple à Zurich et l'intensité de la pesanteur g au même lieu, sont:

Vienne	L = $0^{m},993631$	$g = 9^{m},80674$	d'après v. Oppolzer.
Munich	621	664	» von Orff.
Moyenne	626	669	

Les mesures absolues faites à Zurich en 1889 par M. Messerschmitt avec l'appareil de Repsold avaient fourni:

$$L = 0^{m},993632 \qquad g = 9^{m},80675$$

Ce qui donne pour la différence entre les mesures absolues et relatives : pour L, + 6 unités de la 6me décimale, pour g, + 6 unités de la 5me décimale.

La formule de Helmert donne $\gamma = 9^{m},80670$, valeur qui ne diffère des valeurs absolue et relative de g que de + 5 et — 1 unités de la 5me décimale, dans le sens observation — calcul théorique.

En appliquant les valeurs relatives ci-dessus de L et de g, on trouve pour Neuchâtel : $g = 9^{m},80660$. La valeur théorique est $9^{m},80629$, ce qui donne une différence de + 31 unités de la 5me décimale. Les mesures absolues faites par M. Scheiblauer fournissaient la valeur: $9^{m},80631$, en concordance presque complète avec la valeur théorique. La différence entre les mesures absolues et relatives est donc de — 29 unités de la 5me décimale.

Les mesures de la pesanteur dans la vallée du Rhin sont réduites, sauf en ce qui concerne l'attraction du terrain, laquelle n'a pu être qu'estimée approximativement à cause de la diversité des cartes disponibles et du temps qu'aurait pris un travail complet.

M. Messerschmitt a cependant essayé de représenter la distribution des couches superficielles, en supposant une couche perturbatrice de la densité 2,5. Il trouve alors :

Que, de Hersberg à Constance, on constate un défaut de masse qui va jusqu'à 500^{m} d'épaisseur. Ce défaut de masse augmente encore de 100^{m} vers Singen, puis diminue pour ne plus mesurer que 200^{m} à 300^{m} vers Schaffhouse et Eglisau, et augmente de nouveau à 400^{m} vers Laufenburg. Puis il diminue rapidement et se transforme en un excès de masse dans la contrée de Stein et de Rheinfelden. Cet excès de masse atteint une épaisseur de 200^{m} dans les environs de Bâle.

Au sud de la vallée même du Rhin, à Klingnau et sur l'Achenberg, on trouve une valeur presque normale de la pesanteur, valeur qui diminue quand on se rapproche du Jura. De même à Hohentwiel, tandis qu'à Singen, au pied même de la montagne, on constate un assez fort défaut de masse.

La situation se trouve renversée près de Säckingen : La pesanteur a une valeur normale dans la vallée même du Rhin, tandis qu'à Egg, dans la Forêt-Noire, à une altitude de 800^{m}, il y a un défaut de masse qui correspond à une épaisseur de 800 à 900^{m}. En cet endroit la masse soulevée de la Forêt-Noire semble donc compensée dans la profondeur.

Les déviations de la verticale constatées dans la vallée du Rhin correspondent bien à ces variations de la pesan-

teur. Elles sont de 2″ à 4″ à Schaffhouse, Eglisau, Laufenburg, Rheinfelden et Bâle. Sur les hauteurs, aux stations de Hohentwiel, Achenberg et Egg, les déviations sont plus fortes, variant de 8″ à 11″. Elles indiquent toutes une attraction de la Forêt-Noire.

C. Observations du magnétisme terrestre.

D'après les mesures faites avec le magnétomètre de montagne de Meyer, on trouve que la ligne d'intensité horizontale constante passe par Immenstaad, Singen, Hohentwiel, Schaffhouse, Achenberg et Egg. On reconnaît cependant de légères variations locales. C'est ainsi que l'intensité est de 1,9 % plus forte à la station de Hersberg qu'au point de départ; de 3 % plus forte à Immenstaad. Il y a donc de fortes variations entre des stations peu éloignées. A Hohentwiel, l'intensité est de 0,2 % plus forte qu'à Singen ; à mi-hauteur de la montagne elle était de 0,7 % plus faible qu'au sommet et de 0,5 % plus faible qu'à Singen. Elle est encore plus faible dans le voisinage du Hohenkrähen, où elle est de 1,2 % moindre qu'à Hohentwiel et de 1,0 % moindre aussi qu'à Singen. A Eglisau, l'intensité est aussi plus faible de 1,9 % qu'à Achenberg et de 2,6 % moindre qu'à Schaffhouse.

M. *Rebstein* ajoute à ce propos qu'il a appris que la Commission météorologique suisse, récemment réunie à Zurich, s'est préoccupée à nouveau du moyen de faire des observations magnétiques plus précises. Il s'agirait d'acquérir un instrument plus parfait que le magnétomètre de Meyer et la Commission météorologique demandra probablement que la Commission géodésique participe aux frais

d'acquisition, puis que notre ingénieur se charge des mesures, de manière à ce que l'on arrive à établir une carte magnétique complète de la Suisse.

Programme des travaux pour la campagne de 1894.

Les déviations de la verticale ayant été déterminées ces dernières années sur le plateau suisse, il conviendrait maintenant de se rapprocher des Alpes, mais comme il est difficile de proposer des stations élevées sans avoir procédé à une reconnaissance préalable, M. Messerschmitt se borne à indiquer quelques points où il croit les observations possibles.

Il serait intéressant de déterminer la variation de la pesanteur sur le passage du Saint-Gothard et en même temps de déterminer la latitude et un azimut en quelques stations. Celle du Hundstock pourrait peut-être se déterminer dans la belle saison. En revanche il lui semble impossible de transporter les instruments astronomiques au Titlis ou au Six Madun, et pour avoir un point voisin du Gothard, on pourrait peut-être choisir le Gütsch près d'Andermatt, un point de la triangulation du tunnel du Gothard.

Il faudrait aussi intercaler un point entre la ligne Lägern-Wiesenberg et la ligne Rigi-Napf et M. Messersch mitt propose le Recketschwand, point initial de la triangulation lucernoise.

M. Messerschmitt demande pour assurer mieux que par le passé la connaissance de la marche du chronomètre pendant les observations de pendule, l'acquisition, ou d'un

nouveau chronomètre de marine, ou de deux à trois bons chronomètres de poche. M. Rebstein appuie cette proposition.

M. *Messerschmitt*, invité à prendre la parole, complète son rapport sur quelques points. Il insiste sur l'utilité qu'il y aurait à disposer d'un ou de plusieurs nouveaux chronomètres pour contrôler, durant les mesures de pendule, la marche horaire dont on n'est pas suffisamment sûr avec le seul chronomètre de Dubois.

La discussion est ensuite ouverte sur les différents points du rapport de M. Messerschmitt, résumés par M. Rebstein.

A propos des travaux exécutés en 1891, le *Président* demande pourquoi les mesures géodésiques n'ont pu être complétées à la station de Bâle.

M. *Messerschmitt* répond que, lors de son séjour à Bâle, les signaux trigonométriques nécessaires n'étaient point encore installés. Ce travail a été fait depuis par les soins des ingénieurs du Bureau topographique qui ont commencé l'été dernier la triangulation du canton de Bâle-Campagne pour l'établissement du cadastre cantonal. M. le professeur Riggenbach a, depuis lors, complété les mesures géodésiques en ce qui concerne la station du Bernoullianum.

Pour les autres stations du canton de Bâle, le *Président* fait observer que des mesures faites en vue de la confection du cadastre ne peuvent donner l'exactitude requise pour les travaux géodésiques. Il faudra que M. Messerschmitt, d'accord avec M. le professeur Riggenbach, reprenne ce travail et le complète ultérieurement.

Le programme des travaux de l'exercice de 1894 proposé par MM. *Rebstein* et *Messerschmitt* rencontre en général l'assentiment des autres membres de la Commission MM. *Hirsch*, *Lochmann* et *Gautier*.

M. le colonel *Lochmann* donne quelques renseignements sur les stations proposées par M. Messerschmitt et préfèrerait substituer le Homberg au Recketschwand, sa position lui paraissant plus favorable.

Le *Président* est d'accord pour envisager le Saint-Gothard comme champ d'étude principal de l'année actuelle, au point de vue des observations astronomiques et de pendule. La station du Gütsch lui paraît excellente. La décision en ce qui concerne le Hundstock, de même que le choix entre le Homberg et le Recketschwand doivent être réservés jusqu'au moment où M. Messerschmitt aura fait une reconnaissance préliminaire de ces stations, après quoi il s'entendrait à ce sujet avec le colonel Lochmann.

La commission se déclare d'accord avec ce mode de procéder et il est aussi entendu, après quelques renseignements fournis par MM. *Rebstein* et *Gautier*, de laisser provisoirement de côté les stations élevées du Titlis et du Six Madun.

A propos des *observations magnétiques* et de l'éventualité de l'acquisition d'un nouveau magnétomètre, le *Président* reconnaît l'utilité de ces observations et de la coopération de la Commission géodésique à ce travail. Il fait seulement remarquer que l'on ne peut utilement discuter cette question aujourd'hui, aucune démarche officielle n'ayant été faite auprès de la Commission géodésique par la Commission météorologique. Il vaut d'ailleurs mieux attendre pour cela que le nouveau membre, que la Commission espère s'être associé et qui est un physicien distingué, puisse

donner son avis sur ces questions qui rentrent dans le domaine de la physique.

M. *Rebstein* fait observer que notre ancien président, M. Wolf, était aussi membre de la commission météorologique et que, pressenti sur la participation aux frais de l'acquisition du nouveau magnétomètre, il s'y était montré favorable. Il reconnaît cependant le bien fondé des remarques du Président, mais regrette vivement de voir renvoyer encore un travail systématique d'observations magnétiques. Il serait beaucoup plus simple de faire marcher ensemble, dès maintenant, les observations astronomiques et de pendule avec les observations magnétiques, aux stations occupées par notre ingénieur, au lieu que l'on soit obligé de revenir, une autre fois, avec le magnétomètre aux points dont les coordonnées astronomiques sont déjà déterminées.

La Commission décide de renvoyer l'examen de cette question à plus tard.

Sur la question de l'acquisition d'un ou plusieurs chronomètres, M. *Gautier* se déclare d'accord. Si l'état de nos finances le permet, il est évidemment préférable d'acquérir un nouveau chronomètre de marine. Si non, on pourrait acheter deux chronomètres de poche pour une somme moindre. On est arrivé maintenant à un tel degré de perfection dans le réglage de ces pièces, soit à Neuchâtel, soit à Genève, que leur emploi serait un bon contrôle pour la marche du chronomètre de Dubois.

Le *Président* reconnaît que le chronomètre de Dubois ne vaut plus ce qu'il valait autrefois et qu'il est nécessaire de recourir à un instrument plus parfait. M. Hirsch croit cependant que des chronomètres de poche, quelque bien réglés qu'ils soient, ne peuvent rivaliser avec les chronomètres de marine dont la construction, au Locle,

a fait des progrès étonnants. Les chronomètres de marine enregistreurs de la maison Nardin ne présentent aucune différence sensible de marche, que l'enregistrement électrique fonctionne ou pas. Ce n'a jamais été le cas du chronomètre de Dubois. Enfin l'enregistrement est indispensable pour les déterminations absolues au moyen du pendule à réversion, qui ne doivent pas être délaissées à côté des mesures relatives par le pendule de Sterneck.

Malgré la dépense qui en résulterait, M. Hirsch opine donc pour l'acquisition d'un nouveau chronomètre de marine à enregistrement électrique de la maison Nardin. Il serait facile de répartir les frais sur deux exercices ou davantage.

MM. *Gautier* et *Messerschmitt* demandent que le nouveau chronomètre soit réglé sur le temps moyen afin que sa marche puisse être comparée par la méthode des coïncidences avec celle du chronomètre de Dubois, réglé sur le temps sidéral.

Le *Président* ignore si la maison Nardin a actuellement un chronomètre réglé sur le temps moyen disponible et il fait observer que la comparaison chronographique dispenserait des observations de coïncidences.

La Commission décide l'acquisition d'un chronomètre de marine de Nardin à enregistrement électrique, de préférence réglé sur le temps moyen. Les frais seront partagés entre les exercices de 1894 et de 1895.

IV. RAPPORT DE M. LÉON DU PASQUIER
sur la déviation de la verticale, résultant de l'attraction des masses visibles, dans les stations astronomiques du méridien de Neuchâtel.

En 1891, la Commission géodésique avait chargé M. Léon Du Pasquier de déterminer à $^1/_{10}$ près l'influence perturbatrice des masses visibles sur la direction de la verticale de quelques stations astronomiques, situées dans le voisinage du méridien de Neuchâtel. La composante méridienne de cette déviation était seule demandée. La Commission espérait qu'en introduisant dans le calcul les densités des roches entrant en ligne de compte, c'est-à-dire la structure géologique de la région, on pourrait arriver à des résultats plus satisfaisants que ceux qu'on avait obtenus jusqu'à présent dans cette sorte d'opérations.

La longueur du travail, surtout la difficulté de se procurer des cartes propres à l'étude exacte de la question, puis la nécessité de déterminer une grande quantité de poids spécifiques de roches et enfin le fait que la carte topographique de la Suisse au 1 : 25000 n'est pas terminée, tout cela a considérablement retardé l'achèvement du travail de M. DuPasquier, sur lequel on ne peut compter encore.

Il est cependant possible d'indiquer dès maintenant pour cinq stations des résultats approximatifs qui paraissent bien approchés déjà, quoiqu'il n'ait pas encore été possible d'y tenir compte de l'inégale répartition des densités des masses superficielles. — Du reste tout porte à croire que l'influence de cette inégale répartition des densités sera, en fin de compte, excessivement minime.

M. DuPasquier a suivi, à quelques perfectionnements de détail près, la méthode de Clarke (voir Ordnance trigonometrical Survey of Great Britain and Ireland. Principal Triangulation) exposée aussi par Helmert (Mathem. u. phys. Theorien der höh. Geodäsie II, 368 et suiv.) Ensuite de ses études sur le poids spécifique des roches du Jura, de la plaine et des Alpes, il a été conduit à introduire dans le calcul une densité moyenne $\theta_0 = 2{,}64$, les erreurs faites en négligeant l'inégale répartition des densités ne sortant pas des limites actuelles d'erreur des résultats. On trouve de cette manière pour la déviation ξ, comptée positivement vers le Sud :

Stations	ξ
Tête-de-Ran	— 4,39″
Chaumont	+ 2,69
Neuchâtel.	+ 0,10
Portalban	— 10,55
Middes.	— 15,30

Ces résultats diffèrent de ceux publiés dernièrement dans le sixième volume de la triangulation suisse par M. Messerschmitt[1] 1° par leur signe, 2° par une correction constante correspondant à l'influence des masses situées au delà du rayon de 300 kilomètres, influence qui peut en effet être considérée comme constante pour toutes les stations dans les limites d'erreur du calcul.

En rendant ces valeurs comparables à celles de M. Messerschmitt, c'est-à-dire en changeant leurs signes et en leur faisant subir une correction de — 15″,33, on obtient :

[1] Das schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der schweizerischen geodätischen Commission. Sechster Band, Lotabweichungen in der Westschweiz. Im Auftrage bearbeitet von Dr. J B. Messerschmitt, Zürich 1894.

Stations :	ξ observé (Messerschm.)	ξ calculé (DuPasq.)	Différence.
	″	″	″
Tête-de-Ran	— 10,71	— 10,94	— 0,23
Chaumont	— 17,85	— 18,02	— 0,17
Neuchâtel	— 15,63	— 15,43	+ 0,20
Portalban	— 5,32	— 4,78	+ 0,54
Middes	+ 1,40	— 0,03	+ 1,43

Il ressort de cette comparaison :

1° Un accord remarquable des déviations théoriques et réelles pour les quatre premières stations, les différences rentrant dans les limites d'erreur du calcul.

2° Une différence anormale pour la station de Middes paraissant indiquer une attraction du massif alpin plus forte qu'elle ne devrait l'être en réalité.

Il paraît prudent de ne baser pour le moment aucune spéculation sur ce résultat inattendu, jusqu'à ce que les valeurs de la déviation dans deux autres stations plus voisines des Alpes aient pu être déterminées. La différence constatée à Middes entre la déviation théorique et la déviation réelle ne paraît cependant pas due à une densité moyenne du massif alpin supérieure à la densité introduite dans le calcul, attendu qu'en admettant pour cette densité un chiffre sûrement supérieur à ce qu'il est — d'après la structure géologique apparente et sans considération d'aucune hypothèse géologique — on ne fait que diminuer un peu l'écart, sans l'annuler.

M. DuPasquier ne considère son travail que comme provisoire encore. L'achèvement de la carte topographique de la Suisse au 1 : 25000 permettra sans doute, sous peu, de traiter les stations de Berra et Naye. Par contre, il s'écoulera sans doute encore un certain temps avant que

les vraies valeurs des densités puissent être introduites avec fruit dans le calcul. Il y a lieu néanmoins de continuer les déterminations de poids spécifiques entreprises dans ce but.

Le *Président* remercie, au nom de la Commission géodésique, M. DuPasquier du très intéressant rapport qu'il vient de lui communiquer. Il ressort du travail très étendu auquel s'est livré M. DuPasquier que la déviation calculée au moyen des masses visibles s'accorde en général d'une façon remarquable avec celle qui résulte des observations directes et ce travail éclaircit une question intéressante du chapitre des déviations de la verticale.

Le Président voudrait que ce rapport fût imprimé, au moins en résumé, au procès-verbal de la séance, ce qui est adopté et renvoyé, pour les détails, à une entente entre le président, l'auteur et le secrétaire.

V. NIVELLEMENT DE PRÉCISION.

M. le colonel *Lochmann* présente un *Rapport sommaire sur les travaux de nivellement exécutés par le Bureau topographique fédéral, pendant l'année 1893.*

Le nivellement de la ligne *Weinfelden-Wil* avait comme objet de contrôler le repère n° 326 à Wil, lequel avait été relié en 1891 à Frauenfeld. Les deux opérations concordent d'une manière très satisfaisante.

Le nivellement de la ligne voisine Wil-Werdenberg a été rendu nécessaire par une erreur grossière de lecture ou d'écriture, d'un mètre environ, commise sur cette ligne en 1890. Cette erreur a été découverte entre les repères de Wattwil et de Kappel. Mais le nivellement de cette ligne

clôture encore avec une erreur de 89^{mm}, erreur trop forte pour sa longueur qui est de 62^{km},8. Au reste, les deux opérations de 1890 et de 1893 différent trop pour certaines sections de la ligne. C'est spécialement le cas entre les repères n° 145 (Werdenberg) et n° 329 (Wildhaus), aussi cette section sera-t-elle nivelée encore une fois cette année par un nouvel opérateur et en sens inverse.

Le travail de *conservation des repères du nivellement de précision* a eu lieu en 1893 sur les lignes: Genève-Morges, Morges-Lausanne-Fribourg-Berne, Berne-Olten-Brugg-Zurich, Zurich-Stekborn-Rorschach-Rheineck.

Ce travail a présenté en quelques points des difficultés de différentes natures. Il a été dans certains cas très difficile de trouver des objets convenables, solides et bien garantis pour y fixer les contre-repères des anciens repères du nivellement. Puis, il était souvent malaisé de déterminer avec certitude si l'objet qui portait l'ancien repère avait été déplacé ou pas. Il en est résulté l'obligation de niveler à nouveau ces repères douteux, ce qui a beaucoup allongé l'opération.

Sur cet ensemble de lignes il existait 404 *repères de 1er ordre du nivellement*. Sur ce nombre, 139 seulement, soit le 34 %; ont été trouvés intacts; 206, soit le 51 %, sont hors d'usage ou détruits; 59, soit le 15 %, étaient douteux; et sur ce dernier nombre 32 (54 %) ont été trouvés déplacés, tandis que 27 seulement (46 %) ont été reconnus intacts.

Le nombre des *contre-repères* placés sur ces lignes a été de 277, dont 206, soit le 74 %, ont été placés sur des surfaces horizontales pour satisfaire au desideratum exprimé par la Commission géodésique l'année dernière et 71 seulement, soit le 26 %, contre des surfaces verticales,

lorsqu'il n'y avait pas possibilité de trouver une surface horizontale offrant la stabilité voulue.

Ce travail a été exécuté par M. le Dr Hilfiker, sous l'inspection de M. le Colonel *Lochmann* et de M. *Rosenmund*. Il sera continué cette année sur d'autres lignes.

Pour que ce travail de conservation ne soit pas continuellement à refaire, le colonel *Lochmann* a adressé une nouvelle lettre-circulaire aux vingt-deux gouvernements cantonaux pour les prier :

1° D'attirer, par avis officiels, l'attention de leurs ressortissants sur l'importance des repères du nivellement;

2° D'organiser un service permanent de surveillance par leurs ingénieurs et leurs agents voyers;

3° De signaler immédiatement au Bureau topographique fédéral les dommages ou destructions auxquels des repères auraient été en butte.

La plupart des gouvernements cantonaux ont répondu de la manière la plus encourageante, en assurant leur concours au travail de conservation des repères. N'ont pas répondu : les gouvernements des cantons du Tessin, du Valais, de Genève et du canton de Thurgovie, lequel possède d'ailleurs une loi spéciale organisant un service de surveillance de tous les repères.

Le Bureau topographique fédéral a adressé une demande analogue aux grandes Compagnies de chemins de fer, qui, toutes, ont promis leur collaboration au travail de conservation.

Pour faciliter aux cantons la coopération qu'on leur demande et leur fournir tous les éléments nécessaires, le Bureau topographique fédéral fait reproduire actuellement en autographie, pour chaque canton, les croquis de tous

les repères de son rayon, avec indication de la hauteur au-dessus du repère fondamental de la Pierre du Niton. Cette publication charge le budget du Bureau topographique d'une somme annuelle de 3000 francs, mais elle sera d'une grande utilité et les premiers cahiers paraîtront encore cette année.

Conformément à une décision antérieure de la Commission et à l'occasion de ces travaux, on a profité de relier au réseau du Nivellement quelques *stations météorologiques* qui se trouvaient dans le voisinage des lignes nouvellement contrôlées. A mentionner seulement, comme particulièrement importants : le nivellement à double de la ligne Lausanne-Champ-de-l'Air ($1^{km},3$) et le polygone, Rorschach-Heiden-Rheinek-Rorschach (23^{km}).

La mire qui avait été commandée à la maison Kern et Cie à Aarau, a été livrée au mois d'avril 1893. Mais comme elle présentait une division très différente de celle des mires exécutées précédemment, il a fallu la refuser et en commander une plus satisfaisante.

Le colonel *Lochmann* indique ensuite le *Programme des travaux de nivellement pour l'année 1894* et signale en particulier les points qui intéressent directement la Commission géodésique suisse. Ce sont :

1° Le nivellement de contrôle de la ligne Werdenberg-Wildhaus ;

2° Le nivellement des limnimètres du Rhin, de Ragatz jusqu'à Rheineck, nivellement qui sera exécuté en même temps que le repérage de la ligne Ragatz-Rheineck ;

3° Le nivellement de la ligne Rheineck-Lindau, assurant le contrôle des points de jonction avec les nivellements

autrichien et bavarois et le nivellement des limnimètres du lac de Constance ;

4° Repérage de la ligne Sargans-Zurich ;

5°-9° Repérage des lignes Steckborn-Bâle, Brugg-Stein, Eglisau-Frauenfeld, Frauenfeld-Weinfelden, Weinfelden-Wyl.

Il y aura aussi quelques jonctions de stations météorologiques, quelques travaux exécutés pour le Bureau fédéral d'inspection des travaux publics. Les travaux seront exécutés par M. le Dr Hilfiker et M. Straub.

Le *Président* remercie le Colonel Lochmann de cet intéressant compte-rendu et le programme pour l'année courante est approuvé par la Commission géodésique.

Le colonel *Lochmann* ajoute encore qu'à ses yeux le nivellement de jonction entre le Locle et Morteau ne peut être considéré comme définitif et que la différence constatée lors du nivellement de contrôle entre le Locle et la Chaux-de-Fonds reste inexpliquée. Il estime que, comme contrôle définitif, il faudrait vérifier encore le repère de la Chaux-de-Fonds au moyen de ceux du Val-de-Saint-Imier.

Le *Président* propose de prendre une décision dans ce sens, en disant : La Commission géodésique décide de faire exécuter l'année prochaine un nivellement de contrôle reliant la Chaux-de-Fonds au 1er repère en bronze établi sur terrain solide dans la direction du Val-de-Saint-Imier, afin de déterminer définitivement les changements qui semblent être survenus au repère du Locle. — Adopté.

Le colonel *Lochmann* voudrait aussi que l'on reprît la question du nivellement de jonction Delémont-Delle sur les pièces originales et qu'éventuellement on refît ce nivellement l'année prochaine.

La Commission renvoie l'étude de cette question et de la meilleure solution à lui donner à l'examen de MM. Hirsch et Lochmann.

VI. RAPPORT DE M. HIRSCH
sur la Réunion de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale à Genève en septembre 1893.

La Commission permanente de l'Association géodésique internationale s'est réunie au mois de septembre dernier pour la troisième fois en Suisse et la seconde fois à Genève. Grâce à l'aimable hospitalité des autorités et savants de Genève, grâce surtout au talent d'organisation de notre cher collègue M. Gautier, tous les délégués de l'Association, présents à Genève, ont exprimé leur satisfaction reconnaissante de l'accueil qu'ils y ont trouvé et de l'agrément qu'ils ont ressenti de leur séjour dans la belle ville du Léman.

Les séances, fréquentées par dix-huit délégués officiels et par de nombreux invités qui les ont honorées de leur présence, ont été pleines d'intérêt et utiles au progrès de l'œuvre internationale, comme vous pourrez vous en convaincre par les comptes-rendus, que vous recevrez sous peu, et dont je dépose ici les premiers exemplaires, encore incomplets, qui sortent de presse. Il suffira donc de relever aujourd'hui quelques points d'un intérêt particulier.

L'étude des variations des latitudes, qui présente une actualité spéciale, a fait de nouveau des progrès notables; non seulement les derniers doutes sur la réalité du phénomène, qui avaient encore été exprimés à la Conférence de

Bruxelles, ont disparu, mais il excite de plus en plus l'attention du monde scientifique, des astronomes et des géologues en particulier; on reconnaît toujours davantage, non seulement l'intérêt scientifique qu'il présente, mais aussi son importance pratique pour rendre les positions géographiques (la latitude surtout) indépendantes des déplacements périodiques de l'axe terrestre.

On a appris à Genève que les observations faites par M. Preston à Honolulu, qui viennent d'être publiées, s'accordent parfaitement avec celles de M. Marcuse; d'autre part on continue les observations de la hauteur du pôle au moyen de la méthode Horrebow-Talcot dans plusieurs observatoires, notamment à Strasbourg et à Potsdam; d'autres, en Italie, en Russie, et aux États-Unis, se préparent à y prendre part par l'acquisition d'instruments appropriés (de Wanschaff); un astronome distingué des États-Unis, M. *Chandler*, a soumis le sujet à des recherches théoriques fort savantes et croit avoir établi que le phénomène présente, outre la période *annuelle*, une autre de *430* jours; il prétend pouvoir le représenter par une formule à deux termes. Cependant les écarts entre les valeurs observées et calculées d'après cette formule sont encore trop grands, presque de l'ordre des variations elles-mêmes, et surtout trop systématiques, comme l'a fait remarquer M. Tisserand. Il en est de même pour les anciennes séries de latitudes de Greenwich, dont M. *Bakhuyzen* pense pouvoir déduire également une période de *432* jours, à côté de la période annuelle. Du reste M. *Helmert* ne croit pas possible de représenter ainsi les variations observées par une formule à deux termes, parce que, même si les mouvements des masses sur la surface terrestre, qui en sont les causes probables, agissaient régulièrement, il est

plus que douteux qu'ils provoqueraient exactement un déplacement circulaire du pôle d'inertie. Il ne faut pas se contenter de rechercher les moyennes de plusieurs années, si on ne veut pas obscurcir un des côtés les plus intéressants du phénomène et entraver les recherches.

M. *Schiaparelli*, dont le général Ferrero a communiqué à l'Assemblée de Genève un fort intéressant mémoire sur la question, envisage également que la cause de ces variations étant d'origine tellurique, il n'est pas probable que leurs lois puissent s'exprimer rigoureusement par une théorie mathématique simple ; les périodes irrégulièrement variables, auxquelles se superposent peut-être des variations séculaires, exigent des recherches pendant un temps indéfini, comme on fait, par exemple, pour les variations périodiques et séculaires du magnétisme terrestre.

On voit donc que la théorie du déplacement de l'axe terrestre a besoin encore d'une série d'années d'observations systématiques avant de pouvoir être établie sur des bases solides. Comment se les procurer de la manière la plus pratique et utile ?

Sur ce point les opinions sont encore partagées parmi les astronomes et les géodésiens : les uns, parmi lesquels surtout M. *Fœrster* et M. *Schiaparelli*, soutiennent que le mode le plus rationnel et le plus simple consiste à créer pour l'étude systématique et prolongée de ce phénomène délicat et compliqué une série de *3 ou même 4 stations spéciales*, qui devraient être situées, à quelques kilomètres près, *sur le même parallèle*, parce que, à cette condition seulement, on parviendra à affranchir les variations observées de l'influence des mouvements propres des étoiles employées, qui seront naturellement les mêmes dans ces quatre stations ; il va sans dire qu'on les y observera avec

des instruments de même nature et d'après les mêmes méthodes. — D'autres, dont M. *Bakhuyzen* surtout s'est fait l'organe, croient au contraire qu'il suffirait d'accepter la coopération d'un certain nombre d'observatoires existants, qui s'entendraient entre eux, pour unifier autant que possible les procédés d'observation, et d'utiliser, en outre, les bonnes séries de latitudes obtenues par d'autres méthodes, dans le passé et dans l'avenir. Leur argument principal est tiré de la difficulté de trouver les moyens financiers considérables et les hommes capables qu'il faudrait pour organiser un grand nombre d'observatoires spéciaux situés en partie dans des pays lointains et peu civilisés.

M. *Schiaparelli*, dans son remarquable mémoire, a répondu qu'il y aurait des combinaisons possibles dans lesquelles on pourrait utiliser des observatoires situés sous la même latitude, comme Naples et New-York, qu'il s'agirait de compléter par deux autres stations spéciales ; il cite également la combinaison des deux observatoires russes de Taschkent et de Pékin qu'on pourrait compléter par une station à Vladivostok.

L'expérience du passé justifie l'espoir que les Gouvernements de l'Association géodésique ne refuseront pas d'accorder les moyens financiers pour une entreprise scientifique d'une importance si considérable, qui serait soutenue en outre par l'appui d'un grand nombre de Commissions géodésiques nationales et, on peut l'espérer, aussi par celui de la Société astronomique internationale.

Comme en tout cas il n'était pas possible de décider à Genève cette difficile question, dont la résolution est naturellement réservée à la Conférence générale de 1895, qui doit s'occuper du renouvellement de l'Association internationale et qui pourra en même temps faire aux Gouverne-

ments intéressés des propositions sur cette entreprise spéciale, la Conférence de Genève, sur la proposition du général Ferrero, a chargé une Commission restreinte, formée de MM. *Schiaparelli*, *Tisserand et Fœrster*, d'étudier, avec l'appui du Bureau central, de près et sous toutes ses faces, la question des variations de la latitude, afin de préparer sa solution pour la prochaine Conférence générale.

M. Hirsch ajoute à ce propos que, dernièrement, sur l'initiative de M. *Fœrster*, la Commission permanente a accordé, par correspondance, à l'unanimité, une somme de 3000 Mk pour aider à la construction, par M. Wanschaff, d'un instrument zénital, avec lequel M. Fœrster se propose d'essayer, à son observatoire, l'enregistrement photographique des étoiles dans l'emploi de la méthode Horrebow-Talcot. Peut-être aura-t-on déjà quelques nouvelles sur les résultats de ces essais à la prochaine Conférence qui s'assemblera cette année le *5 septembre* à *Insbruck*.

Revenant à la réunion de Genève, le Président cite encore, parmi les rapports spéciaux, le travail considérable de M. *van de Sande-Bakhuyzen* sur la *Compensation du Réseau des Longitudes*, qu'il a accompli, avec la coopération du Bureau central, pendant plusieurs années, et qui aboutit à un tableau des longitudes compensées.

Il parle ensuite du Rapport de M. *von Kalmár* sur les *Nivellements de précision*, dans lequel l'auteur rend compte systématiquement, et d'une manière très complète, des instruments et méthodes employés dans les différents pays, et qu'il a accompagné de nombreux dessins représentant les principaux appareils de nivellement. Il constate que, malgré la diversité des instruments, ils offrent, ainsi que les méthodes, assez d'homogénéité, et que les nivellements récents, du moins dans la plaine, dépassent même sen-

siblement le degré d'exactitude qu'on avait fixé à l'origine.

Enfin, M. *Lallemand* a rendu compte, au nom de la Commission spéciale nommée à Bruxelles, de l'état actuel de la question du *Zéro international des altitudes ;* ce rapport est un simple exposé historique des différentes phases par lesquelles a passé cette épineuse question, trop influencée malheureusement par des préoccupations nationales. Cette fois encore elle a été renvoyée aux prochaines conférences ; il n'est guère probable qu'elle trouve sa solution avant celle de 1895.

VII. AFFAIRES ADMINISTRATIVES ET BUDGETS.

Pour régler, conformément à la pratique des Bureaux fédéraux, certaines questions de finances, la Commission décide de placer l'Ingénieur de la Commission au bénéfice de l'ordonnance du Conseil fédéral du 26 janvier 1878, sur les indemnités de déplacement accordées aux employés fédéraux, avec les modifications introduites le 25 mars 1890. L'Ingénieur de la Commission sera assimilé aux employés fédéraux de 2me classe et touchera les indemnités prévues à l'art. 3, lettre *b*, avec la modification sous nº 4 en date du 25 mars 1890, et sous la réserve stipulée à l'art. 5 de l'ordonnance primitive.

En raison de l'augmentation de dépenses qui résulte de cette décision et de l'acquisition du chronomètre de marine, le budget provisoire arrêté l'année dernière subit quelques modifications assez importantes. Sur la proposition du colonel *Lochmann*, la Commission adopte sous la forme suivante le budget rectifié pour 1894 et un projet de budget pour 1895.

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1894.

Recettes.

Solde actif de 1893	Fr.	140	56
Allocation fédérale pour 1894	»	15000	—
	Fr.	15140	56

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000	—
Indemnité de logement au même . . .	»	500	—
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1900	—
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	2000	—
Frais de nivellements.	»	3000	—
Acquisition et réparation d'instruments .	»	1000	—
Frais d'impression	»	1500	—
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale	»	800	—
Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1894 . .	»	237	50
Imprévu et divers.	»	203	06
	Fr.	15140	56

BUDGET PROVISOIRE POUR 1895.

Recettes.

Allocation fédérale pour 1895	Fr.	15000	—

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000 —
Indemnité de logement au même . . .	»	500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1900 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	1800 —
Frais de nivellements.	»	3000 —
Acquisition et réparation d'instruments .	»	1000 —
Frais d'impression	»	1500 —
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale	»	800 —
Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1895 M. 192	»	240 —
Imprévu et divers.	»	260 —
	Fr.	15000 —

La séance est levée à cinq heures trois quarts.

Le Secrétaire, R. Gautier.

Le Président, A. Hirsch.

Errata au procès-verbal de la 36me séance
de la Commission géodésique suisse, du 7 mai 1893.

Page 7, 18me ligne. *Au lieu de :* Ce travail de contrôle doit être actuellement considéré comme définitif, — *lire :* Ce travail de contrôle *peut, sauf quelques vérifications*, être considéré comme définitif.

Page 7 à la suite, pour ce qui concerne la ligne Delémont-Delle, *ajouter à la fin de l'alinéa :* MM. Hirsch et Lochmann auront à revoir ce qui concerne cette ligne.

Page 9, 20me ligne. *Tracer*, à propos des types de repères adoptés par le Bureau topographique fédéral, les mots : *à tête légèrement sphérique.*

Page 10, 2me ligne. *Au lieu de :* tel cas, — *lire :* des cas et *tracer les mots :* comme dans les parois de rochers.

Page 10, 10me ligne. *Au lieu de :* 33 repères nouveaux, dont 12 horizontaux et 21 verticaux dans la roche, — *lire :* 45 repères nouveaux, dont 24 horizontaux et 21 verticaux dans des parois de maçonnerie.