Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 12 (1886)
Heft: 4

Artikel: Le nivellement de précision de la Suisse
Autor: Guisan, René
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-12940

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: 09.07.2025

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

bien plus grande et un dépilage plus complet quoique toujours limité.

1° La méthode la plus conséquente en principe consiste à *pousser le gangway jusqu'à l'extrémité* du quartier, soit à 5 ou 6 km. *sans commencer aucune taille ;* puis d'en ouvrir un petit nombre à la fois, à partir de cette limite, et d'enlever immédiatement les petits piliers laissés entre ces tailles. On continue ainsi en battant en retraite. Cette méthode n'a pas encore été appliquée avec suite. Le fait qu'elle ne produit pas de charbon pendant toute la période d'avancement, nuit à sa propagation. M. Chance croit cependant qu'elle se répandra dans un prochain avenir.

2° M. Veith, ingénieur de la compagnie de Philadelphie, se contente de doubler l'épaisseur des « gangway-stump » au-dessus de la voie de roulage et de laisser à des intervalles de de 180 m. des piliers limites ou « barrier-pillar » de 45 m., destinés à circonscrire les mouvements du toit. Cette méthode fonctionne depuis quelques années dans les exploitations de la puissante compagnie et donne de bons résultats. On l'appelle *Veith's Boundary-System* ou la *méthode des limites.*

3° *On n'ouvre* pendant l'avancement du « gangway » *qu'une taille sur les trois* que comporte la méthode générale, ainsi tous les 550 m. environ, avec un pilier solide d'environ 45 m. entre deux tailles consécutives. Lorsque le « gangway » est arrivé à sa limite extrême, on bat en retraite en attaquant successivement chacun des grands piliers au moyen de deux tailles jumelles de 9 m. de largeur, séparées par un petit pilier de 9 m. Ces derniers et les piliers des extrémités sont attaqués aussitôt que les tailles ont atteint leur limite supérieure. Cette méthode est à l'essai depuis quelques années au « Lehigh Colliery. »

4° Une méthode beaucoup plus originale et plus avantageuse a été imaginée et appliquée depuis près de quinze ans, sous le nom de « *Panel System,* » par le colonel Brown [1], directeur général de la compagnie de Philadelphie et Reading. Elle donne les meilleurs résultats pour la grande couche Mammoth, lorsque celle-ci a sa puissance normale (dans le bassin Ouest), de 9 à 15 m., et une pente comprise entre 15 et 35°. Au-dessous de 15° et au-dessus de 35°, il cesse d'être avantageux. Mais dans ces limites indiquées par douze années d'expérience, le « Panel System » donne un rendement de 60 à 80 %, supérieur à celui de toutes les méthodes exposées plus haut.

La méthode a été décrite dès ses premiers débuts, par son auteur, dans le *Miners Journal* de 1871 ; mais elle a subi quelques changements depuis lors. Voici comment on procède aujourd'hui : On commence par percer le « gangway » et son airway parallèle à une distance convenable, comme pour la méthode générale. Puis, après avoir laissé un massif suffisant pour protéger le plan incliné qui doit desservir le quartier, on pousse tous les 70 à 80 m. environ, à partir de l'airway et à mesure que celui-ci avance, deux tailles jumelles jusqu'au gangway supérieur, ou du moins jusqu'à son airway. Chacune de ces tailles a une largeur de $7^{m}20$, et entre elles on laisse un pilier de $4^{m}50$ qu'on attaque aussitôt que les tailles sont parvenues à leur limite. Lorsque le toit est bon, on peut enlever presque tout l'entre-deux. Ces tailles jumelles avec leur petit pilier intermédiaire, destinées à payer les frais d'avancement, ne faisaient point partie de la méthode telle qu'elle était appliquée à ses débuts. L'originalité du « Panel System » réside surtout dans la manière de préparer et de dépiler les grands massifs ou « panels » de 50 à 60 m. qui restent entre deux couples de tailles consécutifs. Pendant l'avancement, on perce au milieu de chaque « panel, » et au mur de la couche, un « shute » central, soit une voie de 2 à 4 m. de largeur, qui doit servir pendant le dépilage à la descente libre du charbon de tout le « panel, » avec passage latéral pour les ouvriers. Lorsque la pente de la couche est inférieure à 25°, on commence cette voie au mur de la couche et la conduit en obliquant de manière à atteindre le toit près du gangway supérieur et à faciliter ainsi la descente du charbon abattu. De chaque côté de ce plan incliné central, on pousse, à des intervalles de 9 à 18 m.[1], de 14 m. en moyenne, de petites galeries horizontales, de 2 m. sur $2^{m}70$, qui traversent ainsi tout le pilier en suivant le mur de la couche. La première est percée à 6 ou 7 m.[1] du gangway inférieur.

(*A suivre.*)

[1] Le « Panel System » du colonel Brown diffère entièrement du » Panel System » anglais classique de Buddle.

[1] Toutes ces distances sont comptées suivant la pente de la couche.

LE NIVELLEMENT DE PRÉCISION DE LA SUISSE

par René Guisan, ingénieur.

(*Suite et fin.*)

Erreur de clôture du grand polygone des Alpes.

En 1870 on avait fermé, par un double passage des Alpes, le grand polygone, comprenant toute la moitié occidentale de la Suisse, et qui passe par : Lausanne-Fribourg-Berne-Aarbourg-Lucerne-Schwytz-Altorf-le *Saint-Gothard*-Bellinzone-Locarno-Domo d'Ossola-le *Simplon*-Brigue-Martigny et Lausanne, d'une longueur totale de $729^{k}703$ m. et dont le calcul fait à double et indépendamment aux observatoires de Genève et Neuchâtel indiqua l'erreur de clôture considérable de $1^{m}186$.

L'un des ingénieurs aurait-il fait trois fois la même erreur de 1 m., soit dans la lecture, soit dans l'inscription de l'indication donnée par les trois fils, en attribuant le reste de l'erreur $0^{m}186$ aux erreurs normales d'observation parfaitement admissibles pour un polygone d'une pareille longueur et avec des différences de niveau atteignant 2000 m. ?

Cela paraissait fort improbable, car la mire est numérotée, comme nous l'avons dit, en centimètres (de 0 à 300) et le règlement imposé aux ingénieurs prescrit formellement de ne pas enlever l'instrument sans avoir vérifié encore une fois le nombre entier de centimètres indiqué sur la mire par le fil du milieu.

Ces raisons et le fait que pareille erreur se présentait pour la première fois dans une opération pour laquelle on traversait deux fois le massif des Alpes (Saint-Gothard 2115 m. et Simplon 2021 m.) firent naître le soupçon que cette incertitude de $1^{m}20$ environ pourrait être attribuée peut-être aux perturbations inévitables produites par la déviation de la verticale sur les nivellements dans les montagnes.

Dans sa première séance (en avril 1862) la commission géodésique suisse, nommée par la Société helvétique des sciences naturelles [2], avait inscrit dans ses tractandas : l'étude de l'at-

[2] Elle se composait du général Dufour, de l'ingénieur Denzler, du Dr Hirsch, du professeur Plantamour et du professeur R. Wolf.

traction des montagnes voisines sur la déviation de la verticale et de son influence sur le réseau géodésique suisse. On comprend que cette erreur dans le polygone éveillât l'attention de M. Hirsch, qui se mit à étudier l'influence de la déviation de la verticale sur les nivellements géométriques (voir Actes de la Société helvétique des sciences naturelles, 55e session à Fribourg en 1872, pag. 103 et suiv.) et il arriva à trouver une formule donnant l'effet total que la déviation de la verticale produit sur la différence de niveau entre le sommet et le bas de la montagne.

Cet écart de $1^{m}20$, constaté dans un nivellement de précision, à la suite d'un double passage des Alpes, mit bientôt en émoi le monde savant et bien des mémoires furent écrits sur les effets et les conséquences de cette déviation de la verticale.

Je ne citerai que M. G. Zachariae, de Copenhague, qui a publié, dans le n° 1916 des *Astronomische Nachrichten*, un mémoire intitulé : *Beiträge zur Theorie des Schlussfehlers geometrischer Nivellementspolygone* et dans lequel il arrive par l'analyse à la conclusion qu' « on ne peut pas nier à priori la possibité d'une erreur de clôture de 1 m. produite par la déviation de la verticale dans un polygone des Alpes. »

Puis, M. le professeur Bauernfeind, dans son mémoire : *Geodätische Bestimmung der Erdkrümmung und Lotablenkung*, lu le 2 mars 1872 à l'académie de Munich, va bien plus loin, en exposant une méthode par laquelle, en faisant se croiser les lignes de niveau de deux instruments et en lisant leurs indications sur trois mires disposées convenablement, on peut trouver l'angle compris entre ces deux lignes de niveau et par suite l'angle des deux verticales passant par les instruments. En combinant cet angle avec la distance des instruments, on obtiendrait ainsi de station en station la courbure des surfaces censées de niveau.

La commission fut plus prudente et se borna à faire niveler à nouveau la ligne du Simplon et celle du Gothard, et, le 3 juin 1873, l'ingénieur trouva entre le repère 36 (à Canobbio) et le repère 37 (à Santa Maria Maggiore) une différence dépassant de plus d'un mètre celle trouvée en 1870. Cette section fut de nouveau nivelée deux fois et l'on acquit la certitude que l'erreur de clôture du polygone des Alpes était bien due à une simple erreur de lecture de mire. Ainsi s'envolèrent les trop savantes théories et les grands calculs des savants allemands.

Résumé des nivellements exécutés.

Nous ne pouvons, dans le cadre de cet article, donner le détail des travaux exécutés pendant ces dix-huit ans ni les itinéraires des lignes nivelées, dont le réseau couvre toute la Suisse, allant du Chasseral à l'Engadine autrichienne — de Bâle et même de Saint-Louis à Chiasso et à Chiavenna — des bords du lac de Constance à Genève — de Schaffouse à Domo d'Ossola et au lac Majeur. Cette ligne nivelée pas à pas s'élève sur le Chasseral, franchit le Simplon, le Gothard, le Grimsel, l'Oberalp, le Splügen, la Furka, le Maloja, la Fluela, etc. Son développement est de $4598^{km}334^{m}$ dont $2432^{km}792^{m}$ ont été nivelés à double. Le tableau suivant donne pour chaque année les longueurs nivelées, le temps employé et les repères posés.

Ce tableau fait ressortir l'importance du travail. On voit qu'en divisant la longueur nivelée par le nombre de jours employés on ne faisait que $1^{km}6$ par jour, mais si l'on déduit les jours de

Années	LONGUEURS NIVELÉES			Temps employé — Jours	REPÈRES POSÉS	
	Une fois	Deux fois	Total		Fondamentaux	Secondaires
	km. m.	km. m.	km. m.			
1865	272,575	46,669	319,244	191	14	232
1866	274,083	119,136	393,219	185	12	196
1867	250,226	100,462	350,688	181	18	177
1868	pas d'opérations sur le terrain		—	—	—	—
1869	154,760	—	154,760	110	22	99
1870	450,595	—	450,595	303	49	327
1871	260,865	—	260,865	154	44	152
1872	77,506	305,007	382,513	245	45	306
1873	59,312	189,369	248,681	233	33	251
1874	—	283,732	283,732	175	6	78
1875	110,001	132,391	242,392	192	9	93
1876	130,214	112,012	242,226	150	21	142
1877	125,405	—	125,405	103	12	98
1878	—	187,813	187,813	134	10	31
1879	—	263,230	263,230	145	14	38
1880	—	299,936	299,936	226	14	126
1881	—	346,327	346,327	163	1	48
1882	—	46,708	46,708	15	2	15
	2165,542	2432,792	4598,334	2905*	326	2409

* Y compris les jours de chômage pour mauvais temps, etc.

chômage, soit environ un jour sur cinq, cela donne 4598 km. en 2320 jours, soit $1^{km}99$ ou 2 km. par jour.

Le réseau hypsométrique se trouve maintenant soudé à tous les Etats limitrophes, ainsi :

Avec la *France :* par Genève, la Cure, le Chasseral.
» l'*Alsace :* par Saint-Louis.
» le *grand-duché de Bade :* par Bâle (gare badoise), Constance, Waldshut, Albbruck, Säckingen.
» la *Bavière :* par Fussach, le pont sur la Mühle.
» l'*Autriche :* par Fussach, Sankt, Margarethen.
» l'*Italie :* par Domo d'Ossola, Iselle, Chiasso, Chiavenna.

Lorsqu'une conférence géodésique internationale aura fixé un plan de comparaison commun, il sera facile d'y rattacher notre repère initial de la Pierre à Niton et tous les Etats qui nous entourent auront des points de départ exacts, soit pour les nouveaux nivellements qu'il voudront faire, soit pour calculer leurs altitudes sur le nouveau plan de comparaison. Cette unification des altitudes en Europe présente un haut intérêt scientifique et le travail qui s'achève maintenant fait le plus grand honneur à la Suisse qui en a pris l'initiative et qui, par sa position géographique, sert de trait d'union à quatre grandes puissances et par ce fait facilitera à un haut degré le travail des autres pays.

En terminant, je dois signaler à la reconnaissance de notre pays la Société helvétique des sciences naturelles qui a pris l'initiative de ce travail, MM. Hirsch et Plantamour qui l'ont organisé et dirigé pendant dix-neuf ans avec un talent, un dévouement, une science telle que le nivellement de précision de la Suisse est une œuvre unique et servira de base dorénavant à tout travail analogue. Pour la première fois, on a abordé le problème de la compensation des erreurs et ces messieurs l'ont résolu d'une manière aussi complète que satisfaisante par les résultats obtenus. M. Plantamour, malheureusement, n'a pu voir achevée

l'œuvre à laquelle il s'était consacré avec une vraie passion et qu'il a largement subventionnée de son argent, il a été enlevé à la science et à ses amis le 6 septembre 1882. Son savant collaborateur, M. Hirsch, achèvera seul ce beau travail, qui l'aura occupé pendant plus de vingt ans : organisation, opérations sur le terrain, calculs de compensation, vérification des instruments et des mires, détermination des constantes instrumentales, etc. On voit quelle variété de travaux délicats l'ont occupé et à l'achèvement des opérations sur le terrain et après la détermination définitive de la vraie valeur des divisions de la mire lorsque l'étalon de Berne aura été comparé à celui de Paris, il lui reste à réduire les cotes compensées au moyen du facteur qu'on trouvera.

Nous avons cherché dans cet article à esquisser l'ensemble des travaux qu'a nécessités le nivellement de précision de la Suisse. Si le sujet est un peu spécial et notre notice bien aride, on voudra bien nous pardonner en raison de l'intention qui était de faire connaître une œuvre scientifique remarquable et qui fait le plus grand honneur à notre chère patrie.

R. Guisan, ingénieur.

NÉCROLOGIE

RODOLPHE BERNARD

ingénieur.

Le 22 avril 1886, la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes a perdu, par une mort bien prématurée, l'un de ses membres, M. Rodolphe Bernard, ingénieur, chef du service de l'administration et de l'entretien au département des travaux publics.

M. Bernard était né, en 1840, à Gingins où son père était pasteur de l'Eglise nationale.

Après avoir fait ses études à l'Ecole spéciale de Lausanne et en être sorti avec le diplôme d'ingénieur en 1862, Rodolphe Bernard débuta dans la vie pratique comme adjoint de l'ingénieur de section de la compagnie de l'Ouest, M. Fayod, à Bex, puis dans l'industrie et le commerce des bois. Il s'occupa ensuite, comme ingénieur civil, de diverses études et de projets de routes.

M. Bernard entra en 1872 dans le bureau cantonal des ponts et chaussées et y occupa de 1873 à 1880 les fonctions d'ingénieur adjoint.

C'est à cette époque qu'il succéda, comme inspecteur des ponts et chaussées de la division du midi, à M. Cupelin, fonctions qu'il occupa jusqu'au 31 décembre 1885, date à partir de laquelle est entrée en vigueur la nouvelle organisation du département des travaux publics et où il fut chargé du service nouvellement institué de l'administration et de l'entretien.

M. Bernard avait en outre rempli diverses autres fonctions : celles de sous-préfet du district de Nyon et de député du cercle de Gingins soit au grand conseil, soit dans la constituante de 1885 ; enfin, plus récemment, il a siégé dans le conseil communal de Lausanne, élu à la fin de 1885. Il avait pris une part active, comme secrétaire du comité d'initiative, aux études et aux travaux préparatoires des chemins de fer d'intérêt local sur le versant vaudois du Jura.

Dans ses rapports, soit avec ses collègues, soit avec le public, M. Bernard s'est toujours montré animé d'un caractère droit, conciliant et affectueux, et son départ inattendu a laissé un regret général dans le cercle de ses nombreux amis et au milieu de notre pays auquel il consacrait ses services avec un soin tout dévoué.

9 juin 1886.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Traité de la lumière, par *Christian Huyghens*, édité par W. Burckhardt.

Le nom de Huyghens est connu de tous ceux qui ont suivi un cours de physique, mais si le nom est bien connu l'œuvre même du maître l'est moins, car le celèbre *Traité de la lumière* est devenu très rare. Aussi tous les amis des sciences physiques et mathématiques seront-ils reconnaissants à M. Burckhardt d'avoir entrepris la publication de ce fameux ouvrage. Nous n'avons pas ici à analyser ce volume, les principes de l'optique de Huyghens sont trop connus, rappelons seulement que c'est à lui qu'on doit les premières démonstrations claires et nettes des phénomènes de l'optique en s'appuyant sur l'hypothèse que la lumière est un mouvement vibratoire. Ces démonstrations de Huyghens sont aujourd'hui dans tous les traités classiques sur la matière, elles sont souvent modernisées, mais rarement croyons-nous elles atteignent la parfaite clarté et la simplicité de celles du maître ; on retrouve en lisant ces pages le style si limpide de ces écrivains du XVIIe siècle qui souvent bien mieux que les auteurs à la mode « savaient ce qu'ils voulaient dire et le disaient d'une façon agréable. » Le *Traité de la lumière* de Huyghens doit trouver sa place dans la bibliothèque de tout physicien, à côté de l'optique de Newton, son contemporain. Peut-être que parmi les lecteurs du Bulletin quelque amateur de la science pure se laissera tenter par ce petit volume : nous pouvons lui prédire qu'il ne regrettera pas les heures passées en tête à tête avec le penseur hollandais.

H. D.

Le *Génie civil*. Paris. Extraits des sommaires :

Numéro du 6 février : Hygiène : Appareil de chasse. — Analyse pratique des eaux. — Mécanique : Soupape de sûreté à courants séparés. — Travaux publics : Appareils pour attacher les échafaudages. — Expositions. — La description de l'appareil de chasse, système Parenty, pour le nettoyage des égouts sera lue avec fruit par les architectes et les ingénieurs qui s'occupent de l'hygiène publique.

Numéro du 13 février : Sciences : Les courants de l'Atlantique. — Métallurgie : L'emploi du fer dans la fortification. — Hygiène : L'hygiène du vêtement. — Electricité : Le laboratoire central d'électricité à Paris.

Numéro du 20 février : Mécanique : Machine à vapeur Compound, système Corliss. — Travaux publics : Le pont sur la Manche. — Avant-projet de M. d'Aulnoy. — Expositions. — Chronique et informations.

Numéro du 28 février : Travaux publics : Terrassier à vapeur français. — Expositions. — Etudes économiques. Ni libre-échange, ni protection. — Les institutions patronales et les ouvriers. — Chemin de fer : Le chemin de fer métropolitain de Paris. — Chronique et informations.

LAUSANNE — IMP. GEORGES BRIDEL