

Zeitschrift:	Bulletin technique de la Suisse romande
Band:	100 (1974)
Heft:	19: Société vaudoise des ingénieurs et des architectes: 1874-1974, SIA spécial no. 5
Artikel:	Exemple pratique de mesures faites lors de la construction du métro de Francfort
Autor:	Grangier, Marcel
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-72130

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: 26.01.2026

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

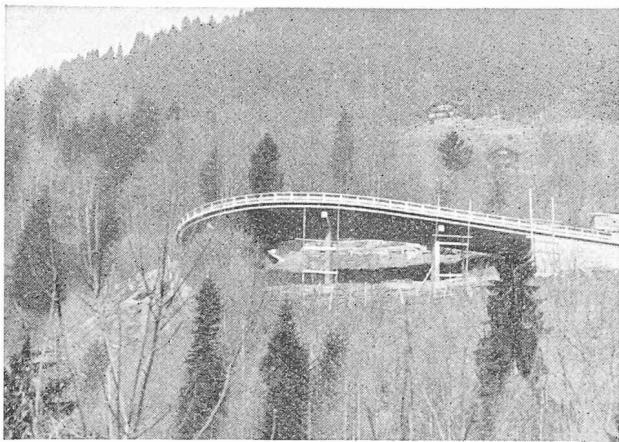


Fig. 11. — Pont des Mayettes (Route Monthey-Morgins) : allure du bord extérieur.

d'art et qu'on a pu étendre aux cas de ponts et d'ouvrages en dehors de lacets, s'est révélée particulièrement efficace et les ouvrages réalisés de la sorte représentent une très nette amélioration.

Un programme fortran, utilisable au moyen d'une console, a été mis au point, permettant de calculer par l'électronique, très rapidement, l'implantation complète des niveaux d'un ouvrage ou les niveaux de la chaussée, en utilisant la méthode décrite.

Adresse de l'auteur :

Jean-Alph. Callet-Molin, ing. EPUL-SIA
c/o Bureau technique
Michel Andenmatten, ing. EPUL, SIA, ASIC
Rue du Sex 16
1950 Sion

Exemple pratique de mesures faites lors de la construction du métro de Francfort

par MARCEL GRANGIER, Lausanne

1. Introduction

Les techniques de mesure et parallèlement les capacités de mesure ont fait un progrès énorme au cours de ces dernières années. L'ingénieur dispose actuellement de possibilités quasi illimitées d'investigation et de contrôle. Malheureusement, pour des raisons d'économie, seule une petite partie de ses possibilités est utilisée. La tradition qui veut que les méthodes empiriques soient les plus sûres, coûte infiniment plus que toutes les mesures réunies. Malgré cela, en général seuls les mesures et contrôles indispensables sont faits.

Le métro de Francfort est dans ce sens un cas particulier, puisqu'il a été l'occasion d'études poussées sur le plan scientifique et d'une campagne de mesures et de contrôles intensifs.¹

Nous nous bornerons à la description de trois types d'appareils et aux résultats qu'ils ont permis d'obtenir.

2. Appareillage utilisé

Les trois types d'appareils choisis sont :

Les extensomètres, les deflectomètres et les cellules de mesures de pression.

2.1 Extensomètre

Appareil peu coûteux et facile à mettre en place, l'extensomètre est largement utilisé. Qu'il soit à tige ou à fil, le principe de mesure reste le même, à savoir :

Transmettre un mouvement interne dans l'axe de mesure, à un point de contrôle externe. La lecture peut être soit directe avec un comparateur, soit à distance grâce à des capteurs électriques. Dans ce dernier cas, toutes les télé-transmissions avec enregistrement ou stockage et interprétation par ordinateur, l'asservissement du système d'alarme ou autre, sont possibles. La sensibilité est fonction de la longueur et elle varie en général entre 0,01 et 0,1 mm.

¹ Voir BTSR N° 15, 18.7.1974, p. 309. « L'application de la nouvelle méthode autrichienne de construction de tunnels à la construction du métropolitain de Francfort-sur-le-Main », par Gerhard Atrott.

Dans le cas du métro de Francfort, les extensomètres ont surtout été utilisés pour mesurer les tassements de la surface avant, pendant et après le passage de la galerie. L'exemple ci-dessous montre des variations allant jusqu'à 80 mm en surface.

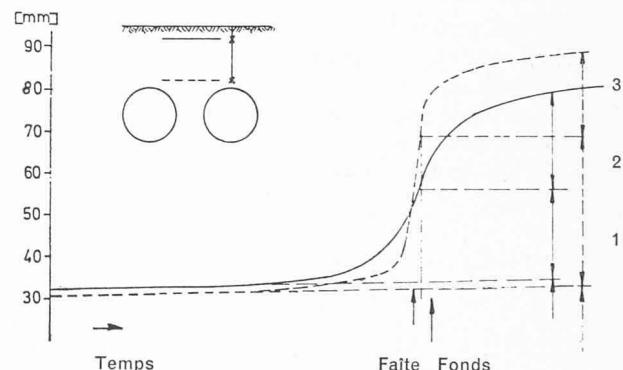


Fig. 1. — Mesure des déplacements verticaux à l'aide d'extensomètres.

1 Abaissement de la nappe phréatique.

2 Avant le passage du front de la galerie.

3 Après le passage du front de la galerie.

— Point de référence près de la surface.

- - - Point de référence près du faîte.

2.2 Deflectomètre

Contrairement à l'extensomètre, le deflectomètre est un appareil relativement cher. La mesure perpendiculairement à l'axe du forage se fait grâce à un fil de référence tendu dans l'appareil et à des capteurs inductifs placés à chaque niveau de mesure. Ces niveaux sont normalement espacés de 5 m, la plage de mesures est dans ce cas de plus ou moins de 50 mm. La lecture se fait grâce à un coffret de mesures électriques. Les valeurs peuvent naturellement aussi être notées directement, enregistrées sur papier ou stockées en ordinateur. L'asservissement d'un système d'alarme est sans autre possible.

A Francfort, des deflectomètres ont surtout été utilisés pour mesurer les déplacements horizontaux. Dans l'exemple ci-dessous, il est intéressant de noter la grande différence entre les résultats obtenus à l'extérieur des galeries et ceux obtenus entre les galeries.

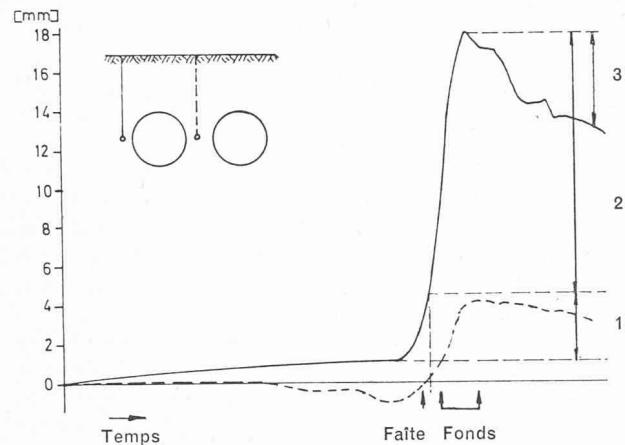


Fig. 2. — Mesure des déplacements horizontaux à l'aide de deflectomètres.

- 1 Avant le passage du front des galeries.
- 2 Après le passage du front des galeries.
- 3 Après revêtement des galeries.

2.3 Cellule de mesures de pression

Ces cellules sont essentiellement divisées en deux catégories principales :

Des cellules *électriques* munies de strain gauges et des cellules *hydrauliques*.

Divers

Protection contre les nuisances des autoroutes

Journée publique d'information de l'Association suisse pour le plan d'aménagement national et de l'Union suisse des professionnels de la route

Cette manifestation, organisée le 27 juin dernier à l'EPFL, a permis de faire le point, tant du point de vue technique que juridique, sur les mesures propres à lutter, plus ou moins efficacement, contre les nuisances des autoroutes. La commission d'experts instituée par le Service fédéral des routes et des digues a en effet déposé son rapport, dont la première partie est consacrée à l'aspect juridique et de la planification de la protection contre les nuisances au voisinage des routes nationales, alors que la seconde partie présente les fondements acoustiques et techniques de la propagation du bruit et de la lutte contre celui-ci.

Le problème est d'actualité : alors que la construction des routes nationales a été entreprise avec beaucoup d'enthousiasme (et de retard...) voici plus de dix ans, on s'aperçoit aujourd'hui que ces artères, si désirables soient-elles, sont une source considérable de nuisances, de sorte que leur tracé doit être choisi très soigneusement et bénéficier ensuite d'une protection, pour éviter que n'éclosent dans leur proximité des agglomérations. Que ce soit au nom de la protection des sites, de la lutte contre les nuisances ou pour des considérations économiques, les projets d'autoroutes sont systématiquement soumis à de sévères critiques, qu'il s'agit de désarmer. L'intérêt général pour ces problèmes était documenté par la participation de plus

Dans les deux cas, le but des mesures est de transmettre des pressions exercées par le sol sur le revêtement de béton (radial) et dans le béton lui-même (tangential).

La cellule hydraulique se compose essentiellement de capteur, d'un bypass, d'une tuyauterie, d'une pompe et d'un manomètre gradué en kilogrammes. Ce manomètre permet de lire directement la pression exercée sur les différents capteurs. Un équipement électrique avec enregistreur est également possible, ainsi que les asservissements.

3. Conclusion

Ces trois exemples montrent clairement les diverses influences sur les mouvements constatés et la valeur de ceux-ci. En procédant d'une manière systématique, il est possible de prévenir l'accident par des mesures appropriées. L'une de celles-ci a été par exemple la consolidation du sol par injection pour éviter des tassements importants au voisinage du sous-sol d'un bâtiment historique. Une autre a été le dimensionnement optimum, tant du point de vue économique que technique.

Nos remerciements vont spécialement au maître de l'œuvre qui a autorisé la publication des résultats ci-dessus.

Adresse de l'auteur :

Marcel Grangier
c/o BEVAC
1033 Cheseaux

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'instruments INTERFELS (représentation en Suisse : BEVAC, 1033 Cheseaux).

de 200 personnes à la journée d'information du 27 juin, présidée par M. Eric Choisy avec l'allant et la compétence qu'on lui connaît. L'importance de cette manifestation était soulignée par la participation de M. Hürlimann, conseiller fédéral, qui a présenté un exposé sur les intentions de la Confédération en la matière, et des conseillers d'Etat Ravussin (VD) et Vernet (GE), qui ont contribué à animer la table ronde qui concluait les débats. On a également remarqué la présence des conseillers d'Etat Riesen (FR) et Steiner (VS) dans l'assistance.

Un montage audiovisuel, établi à la demande du canton de Zurich, situait bien à quelles situations pouvait aboutir la construction des autoroutes, si des mesures adéquates n'étaient pas prises pour la protection des riverains existants ou pour empêcher la construction de nouvelles habitations en bordure des routes nationales. Force est de convenir que trop peu d'attention a été accordée à ce problème, dans l'euphorie de l'établissement du réseau des routes nationales ou des voies express. Si l'on considère certains tronçons, comme ceux des environs de la place Escher-Wyss à Zurich, on comprend l'opposition à d'autres projets de la région zurichoise, surtout si elle s'accompagne de la demande d'une étude globale des transports de la zone considérée, donc est constructive.

On ne peut s'empêcher de regretter que l'aspect juridique de la lutte contre le bruit des routes nationales n'arrive à un stade permettant d'envisager des mesures pratiques qu'au moment où l'on assiste à un ralentissement sensible des projets d'autoroutes, que cela soit à la suite de la dégradation des conditions économiques ou simplement parce que les artères les plus importantes sont déjà réalisées, sur le terrain ou sur le papier.