

# Le comportement des appuis glissant

Autor(en): **Favre, Renaud**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **103 (1977)**

Heft 1: **Imprimerie La Concorde, Epalinges**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73221>

## **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.

# Le comportement des appuis glissants

par RENAUD FAVRE, Lausanne

## 1. Introduction

Dans la construction des ouvrages d'art, l'ingénieur est souvent amené à séparer l'infrastructure de la superstructure par des appuis. Ces appuis doivent permettre une dilatation ou un raccourcissement de l'ouvrage sous l'effet d'une variation de température, du retrait et du fluage du béton. En outre, étant généralement disposés en tête de pile, ils suppriment un encastrement et évitent ainsi la transmission de moments de flexion.

Dans le bâtiment, l'emploi d'appuis est moins fréquent mais intervient néanmoins dans bien des cas spéciaux, tels que par exemple la séparation d'une dalle-toiture de ses murs ou la disposition de joints de dilatation au cinquième de la portée.

Ce n'est pas le cœur léger que l'ingénieur prévoit d'interrompre le monolithisme de sa construction en intercalant des appuis. Il sait en effet qu'en voulant éliminer des difficultés, il en crée d'autres. Citons comme exemple la complication du raccord mur-dalle pour les finitions, la diminution de la capacité portante de piles élevées, et — surtout — la présence d'appareils souvent compliqués et délicats, qui nécessitent un contrôle et un entretien périodiques.

On peut se demander si un tel contrôle est indispensable. Remarquons tout de suite qu'en pratique les appuis ne sont que très rarement contrôlés. Dans le bâtiment, ils ne sont généralement pas contrôlables parce qu'inaccessibles. Dans la construction des ponts, bien que l'accès aux appuis soit prévu dans les réalisations récentes, leur surveillance est négligée.

Le but de cet article est de rendre les maîtres d'ouvrage attentifs à la nécessité absolue de remédier à cette négligence en contrôlant les appuis lorsque ceux-ci doivent fonctionner plus longtemps que cinq années et qu'ils sont exposés à l'humidité, à la poussière et aux variations de température.

Nous nous bornerons à étudier le comportement du glissement d'appuis mobiles.

## 2. Etudes in situ et en laboratoire

La couche de glissement d'appuis mobiles est constituée de polytétrafluoréthylène (PTFE), qui est commercialisé par exemple sous la dénomination de téflon. Ses caractéristiques, ainsi que les valeurs du coefficient de frottement à admettre dans les calculs, sont indiquées dans le dossier 340 « Détails de construction » des projets standard de ponts, édité par le Service fédéral des routes et des digues en 1973. Ces indications se basent sur divers essais en laboratoire, où le frottement a été mesuré à vitesse constante ( $v = 0,1$  à  $0,15$  mm/sec.). Or il importe de connaître le vrai comportement du téflon dans un ouvrage où

- la vitesse de déplacement est quasi nulle,
- la lubrification peut être altérée.

Jusqu'à présent, des mesures de frottement in situ n'ont été effectuées que dans des cas spéciaux tel que le ripage d'un ouvrage entier où la vitesse de déplacement était beaucoup plus élevée que dans le cas d'un appui mobile en service. Le phénomène est ici tout différent, puisque la variation de longueur d'un ouvrage ne s'effectue que très lentement et que la pile commence par suivre le mouvement

grâce à son élasticité et au frottement de l'appui. Il se crée ainsi petit à petit une force de rappel croissante.

La réponse de l'appui à cette force peut intervenir au bout de quelques heures, voire quelques jours seulement. Ces phénomènes de déplacement au bout d'un certain temps ont été clairement mis en évidence lors d'une campagne d'essais effectuée in situ au pont de la voie express sur la Sihl à Zurich<sup>1</sup>. Pour compléter, des essais en laboratoire<sup>2</sup> ont confirmé l'énorme dépendance de la force de frottement des facteurs temps et lubrification (fig. 1 et 2).

Dans ces essais, un poids  $G$  engendrait une force horizontale constante sur une plaque en acier chromé, sur laquelle agissait une force verticale  $V$  constante.  $G$  étant choisi suffisamment petit par rapport à  $V$ , la plaque ne se déplaçait pas. Quand  $G$  étant suffisamment grand par rapport à  $V$ , la plaque se mettait immédiatement en mouvement. Mais pour tous les cas intermédiaires, la plaque restait d'abord immobile, puis commençait une reptation pour s'en aller finalement en glissant. Pour tous ces cas, le glissement n'intervenait donc qu'après un temps d'attente.

Résumons ci-après les enseignements de ces essais : Lorsqu'on laisse à la couche de glissement le temps de céder par viscosité, le coefficient de frottement est environ trois fois plus faible qu'un coefficient statique et deux fois plus faible qu'un coefficient dynamique à vitesse constante de  $0,1$  mm/sec.

Dans les conditions optimales d'un essai en laboratoire, à savoir :

- température constante de  $20^{\circ}\text{C}$ ,
- plaque d'appui chromée neuve,
- disques téflon neufs,
- graisse silicone parfaitement propre et uniformément répartie, les coefficients de frottement mesurés varient entre  $1,27$  et  $0,23$  % pour des pressions de  $100$  à  $450$  kg/cm<sup>2</sup>.

Le phénomène de viscosité ne peut être attribué au téflon seul. En effet, il disparaît complètement si l'on répète les essais avec du téflon non lubrifié. Il est donc vraisemblablement dû à la formation d'un film de graisse entre l'acier et le téflon. Le coefficient de frottement correspond plutôt à un coefficient de viscosité de la graisse sous pression. Cette hypothèse nous permet d'expliquer de manière satisfaisante l'invariance de la force provoquant le glissement, quelle que soit la charge perpendiculaire aux surfaces acier-téflon.

D'autre part, les essais effectués dans les mêmes conditions, mais sans graisse, ont donné des résultats très peu favorables, le coefficient de frottement atteignant des valeurs d'environ  $10$  % !

## 3. L'importance d'un contrôle régulier

Aujourd'hui, où l'on tâche de cerner les problèmes du comportement des structures par des calculs semi-probabilistes toujours plus sophistiqués, on fait bien de se remémorer l'origine de la majeure partie des désordres rencon-

<sup>1</sup> *Reibungsmessungen an Gleitlagern*, de R. FAVRE et P. KROPF, Mémoires 36-II, 1976, de l'Association intern. des ponts et charpentiers (AIPC).

<sup>2</sup> *Etude d'appuis glissants au téflon*, rapport C-157 de mai 1976, du Centre d'étude du béton armé et précontraint (CEBAP) de l'EPFL.

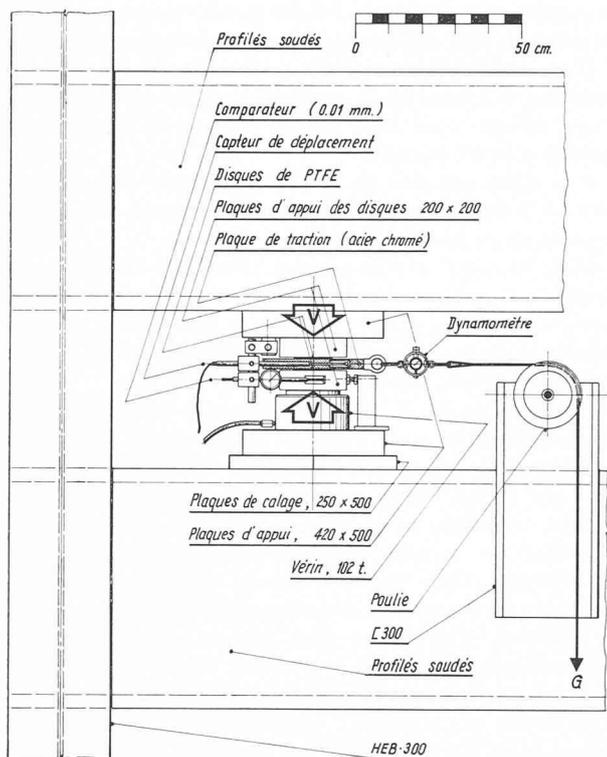


Fig. 1. — Disposition de l'essai.

trés dans la construction<sup>3</sup>. Cette origine remonte à une erreur d'appréciation grossière plutôt qu'à une répartition stochastique défavorable des actions (charges et déformations imposées) et des résistances.

Dans le cas du frottement d'appuis glissants, une telle erreur d'appréciation est d'autant plus grave que la marge d'erreur est grande et que le comportement est extrêmement sensible à l'état d'entretien. Si le phénomène de viscosité ramène le coefficient de frottement à une valeur proche de 1 %, et laisse supposer une grande marge de sécurité par rapport aux valeurs de calcul généralement admises entre 3 et 4 %, l'absence de lubrifiant entraîne des valeurs voisines de 10 %. Il nous paraît donc indispensable que ces appuis soient inspectés régulièrement. A notre avis,

$$V = 20 \text{ to.}$$

$$p = \frac{V}{A} = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$G = 220 \text{ kg}$$

$$\mu = \frac{G}{2V} = 0,55\%$$

lubrifiant: graisse silicone

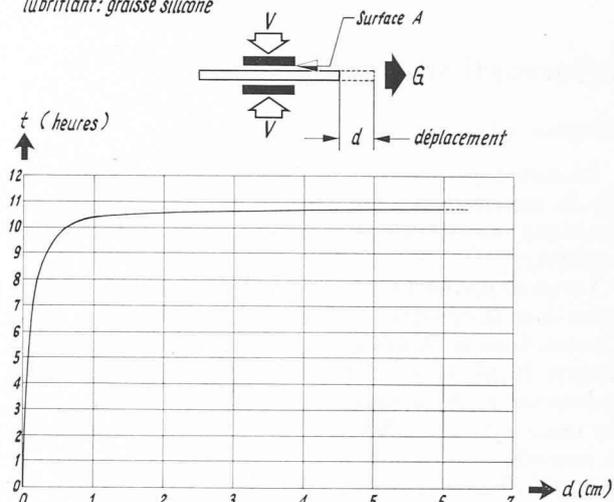


Fig. 2. — Exemple de mesure du déplacement  $d$  en fonction du temps  $t$ .

une inspection visuelle simple devrait avoir lieu tous les deux ans. De plus, un vérinage des appuis avec extraction de la couche de glissement, nettoyage et lubrification devrait avoir lieu tous les cinq ans au début, cet intervalle pouvant être étendu à dix ans au vu des expériences.

Mais si l'on persiste à négliger ces inspections, on risque de s'exposer à des dégâts pires que ceux rencontrés avec d'autres types d'appuis mobiles.

Adresse de l'auteur :

Renaud Favre, professeur  
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne  
Avenue de Cour 33  
1007 Lausanne

<sup>3</sup> Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken, von M. MATOUSEK und J. SCHNEIDER, Bericht 59, Februar 1976, des Institutes für Baustatik und Konstruktion, ETHZ.

## Carnet des concours

### Direction des constructions fédérales

#### Ouverture

Agissant au nom du Département militaire fédéral, la Direction des constructions fédérales ouvre deux concours de projets au sens du règlement n° 152 de la SIA, en vue de constructions qui seront réalisées sous réserve de l'attribution des crédits par les Chambres fédérales.

Le premier concerne un *bâtiment administratif à Saint-Maurice/VS*; il est ouvert à tous les architectes de nationalité suisse dont le siège professionnel (selon l'article 25 du règlement SIA n° 152) se trouve au moins depuis le 1<sup>er</sup> décembre 1975 dans le canton du Valais.

Le second concerne *des bâtiments d'exploitation pour une compagnie de gardes-fortifications à Lavey/VD*; il est ouvert à tous les architectes suisses dont le siège professionnel (selon article 25 du règlement SIA n° 152) se trouve au moins depuis le 1<sup>er</sup> décembre 1975 dans les districts d'Aigle ou de Vevey.

Les documents nécessaires peuvent être retirés du lundi 10 janvier au vendredi 4 février 1977 auprès de l'*Arrondissement I des constructions fédérales à Lausanne, boulevard de Grancy 37*, moyennant une garantie de Fr. 300.—, qui sera restituée à tout concurrent qui aura rendu dans les délais un projet complet.

Les intéressés peuvent poser des questions par écrit jusqu'au vendredi 4 février 1977.

La date de remise des projets est fixée au 27 avril 1977.

### Centre de formation CFF du Loewenberg

Conformément aux recommandations du jury, les concurrents dont les travaux occupaient les trois premiers rangs du classement — parmi les 185 qui furent présentés — avaient été invités par la direction générale des Chemins de fer fédéraux suisses à poursuivre la mise au point de leurs projets. Il s'agissait des architectes Ulyss Strasser et collaborateurs, Berne; Eberli + Weber + Braun, Zurich et Kreuzlingen; A. Barth et H. Zaugg, Aarau/Olten, avec F. Haller, Soleure.