

Le pont sur le Krummbach: réalisation d'un pont-arc sans étayage

Autor(en): **Missbauer, Paul**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **104 (1978)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73509>

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 pont sur le Krumbach

Réalisation d'un pont-arc sans étayage

par PAUL MISSBAUER, Sion

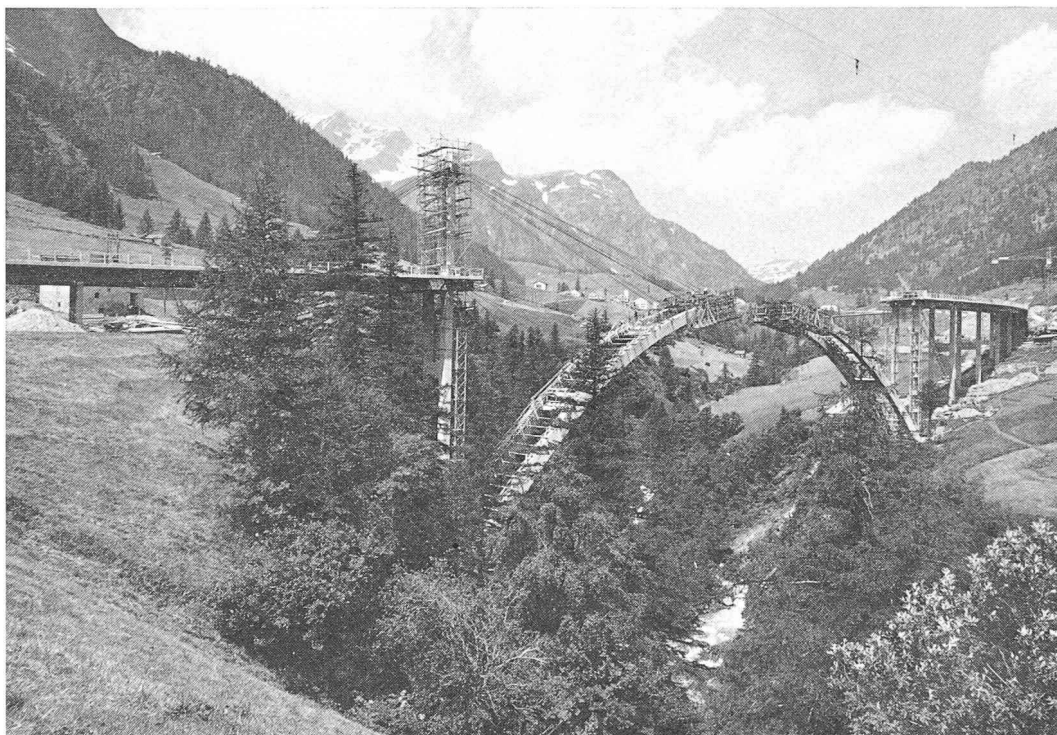


Fig. 1. — L'arc en construction.

1. Introduction

Le pont sur le Krumbach est l'un des derniers grands ouvrages réalisés dans l'ensemble de la correction de la route du Simplon.

Nous n'insisterons pas sur l'histoire de cette grande artère qui, depuis le temps des Romains, est une des voies de communications transalpines les plus célèbres ; relevons simplement l'importance de cette route dans le contexte du réseau routier européen actuel.

Conscient de l'importance du col du Simplon, le Département des travaux publics du canton du Valais a commencé en 1959 l'amélioration de cette route qui, en 1960, était admise dans le réseau des routes nationales de classe III en prolongation de la future N9.

Le pont sur le Krumbach fait partie du tronçon de contournement de Simplon-Village, nécessaire non seulement pour éviter le village, mais surtout pour éviter une dangereuse zone d'avalanches.

Ce pont, réalisé en 1976-1977, a été primé parmi cinq projets présentés à l'occasion d'un concours de projet organisé en 1971 par le Bureau des routes nationales de l'Etat du Valais.

En 1974, lors de la mise en soumission de l'exécution de l'ouvrage, le consortium d'entreprises Ed. Züblin, Evéquo et R. Kalbermatten proposa de construire l'élément principal de ce viaduc, un arc de 124 m de portée, selon la méthode de l'encorbellement, c'est-à-dire sans

utilisation d'un étayage qui aurait dû être fondé dans une gorge de plus de 70 m de profondeur (fig. 1).

2. Description générale du viaduc

L'ensemble de l'ouvrage, d'une longueur de 621 m, se compose de deux parties distinctes :

- le viaduc en béton précontraint avec des portées de 24 m, dont les piliers jumelés sont fondés sur une roche sise sous une faible couverture de terrain morainique et qui, pour franchir la gorge profonde du Krumbach, repose sur l'arc d'une portée de 124 m et,
- sa continuation par un ouvrage de faible hauteur, sorte de route surélevée, destinée à laisser passer les coulées de neige au-dessous du tablier et à éviter ainsi leur accumulation.

Cette partie a été conçue en béton armé conventionnel, construite par étapes de 13 m. La section du tablier est la même que sur l'ouvrage principal, mais à hauteur réduite, pour augmenter l'espace libre au-dessous du pont, et sans entretoises pour faciliter le déplacement du coffrage d'une travée à l'autre. Pour les fondations de ce tronçon, des pieux forés ont été nécessaires, étant donné qu'une épaisse couche d'un terrain très compressible, formé de sable fin avec un pourcentage élevé de mica, recouvre ici la roche compacte. Les deux pieux, d'un diamètre de 90 cm, utilisés pour chaque pile sont

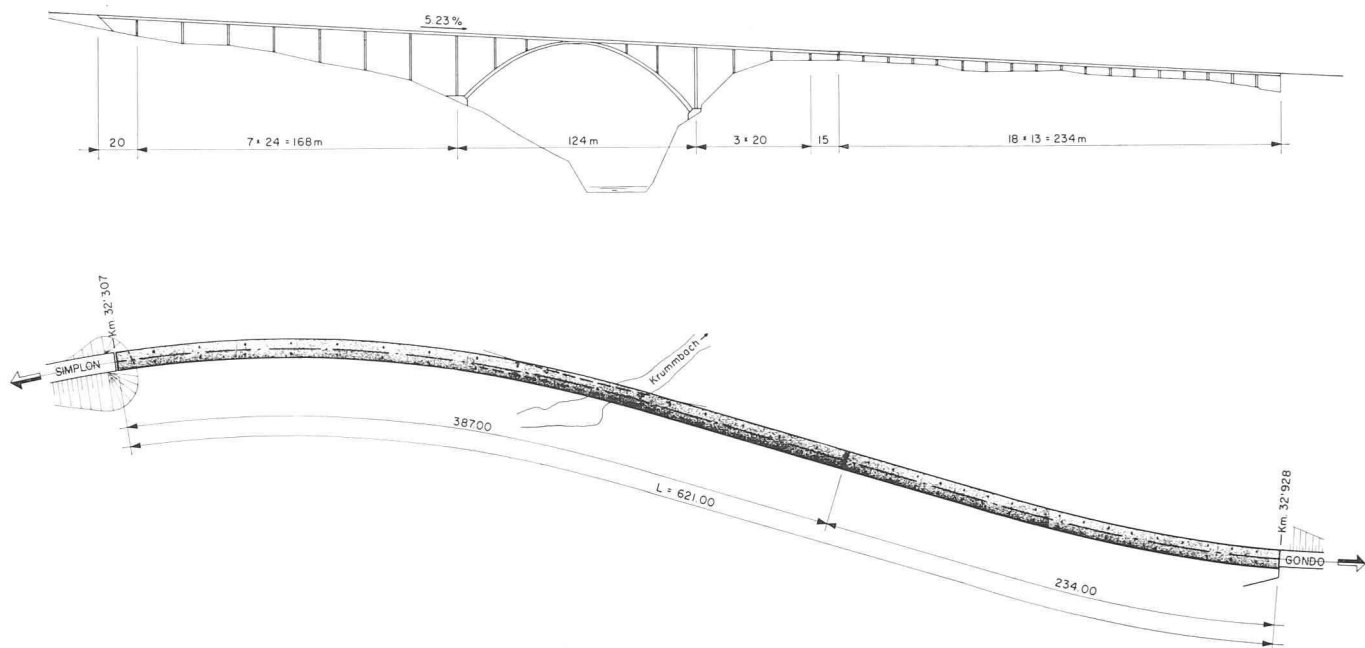


Fig. 2. — Elévation, plan 1:4000 (ci-dessus) et coupe 1:200 (ci-contre) du pont.

ainsi simplement prolongés par deux piliers de section rectangulaire (fig. 2).

3. L'exécution de l'arc

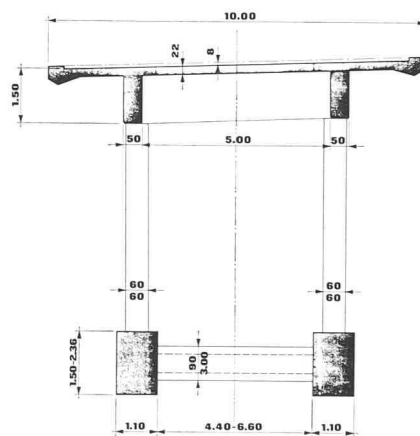
Cet arc, aux naissances encastrees, a été exécuté en 22 étapes de 6,25 m de longueur, sans l'aide d'un étayage direct du coffrage, selon la méthode de l'encorbellement souvent utilisée pour la construction de ponts-poutre de grandes portées. Pour exécuter ces 22 étapes, 4 chariots ont été utilisés simultanément. Toutes les étapes, à l'exception de celles de base à l'endroit des culées et de l'étape de clavage, ont été haubanées directement par des tiges en acier de précontrainte ac. 85/105. Ces haubans, ou suspentes obliques, ont été ancrés aux socles construits spécialement sur le tablier du pont, et ces socles ont été retenus à leur tour par les contre-suspentes ancrées solidement par les ancrages précontraints en rocher (fig. 3).

Pour éviter une inclinaison trop faible des câbles, on a dû se servir d'un pylône auxiliaire de 13 m de haut, placé au-dessus du pilier sur la rive droite. Profitant de la forte pente longitudinale du pont et en déplaçant la section de clavage vers la rive gauche (étape 10), nous avons pu renoncer à construire un deuxième pylône pour l'autre moitié de l'arc.

L'arc a été conçu d'abord en béton armé mais, pour faciliter l'exécution par étapes et augmenter la qualité de l'ouvrage, nous avons ajouté une légère précontrainte de 300 t par nervure réalisée par 4 barres de 36 mm de diamètre en acier 85/105.

L'exécution des différentes étapes s'est effectuée comme suit :

- Bétonnage des étapes de base sur cintre.
- Montage des chariots et des coffrages mobiles.
- Bétonnage de la deuxième étape.
- Mise en tension des suspentes 2 à 3 jours après le bétonnage à 0,28-0,38 β_z suivant l'étape.
- Avancement du chariot.
- Application de la précontrainte de 300 t par nervure.
- Réglage du coffrage, mise en place des armatures.
- Bétonnage de la troisième étape, et ainsi de suite...



La poursuite des opérations a été donc organisée de façon à ce qu'une étape ait pu être bétonnée chaque semaine sur chaque rive (fig. 4).

Le bétonnage de chaque étape entraîne des moments de flexion importants à la pointe de l'arc. Ceux-ci sont sensiblement réduits par la mise en tension des haubans. Mais, au fur et à mesure qu'avance l'exécution, l'effort total appliqué par les haubans provoque des contraintes de traction trop élevées à l'extrados et à l'arête inférieure de la section d'encastrement à la culée. Précédemment il était nécessaire de contrôler et de régler à plusieurs reprises la tension des haubans, ce qui compliquait naturellement les travaux.

Nous avons donc essayé ici de limiter les efforts dans les suspentes sans mettre en cause la sécurité contre la fissuration du béton. Mais, également grâce à la précontrainte de l'arc, nous avons pu réduire les haubans d'environ un tiers et limiter également les opérations de réglage ultérieur des haubans.

Non seulement cette précontrainte a augmenté la qualité de l'ouvrage exécuté par étapes, mais elle facilite aussi les travaux et limite les dépenses pour les haubanages.

Pour l'exécution de l'arc, y compris les entretoises, ont été nécessaires :

600 m³ de béton BS d'une résistance minimum de 400 kg/cm² à 28 jours ;

18 t d'acier groupe III ($\sigma_{0,2} = 5,0 \text{ t/cm}^2$) ;

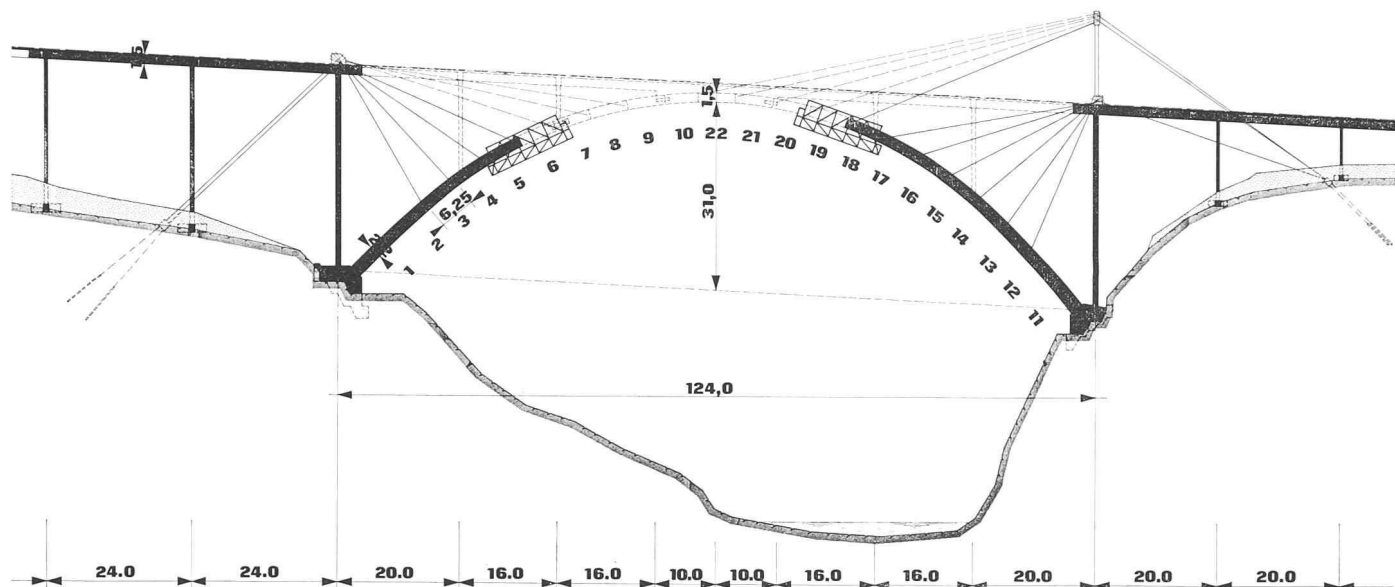


Fig. 3. — Méthode de construction de l'arc (1 : 1250).

- 50 t d'acier à raccordement par pas de vis ($\sigma_{0,2} = 4,5 \text{ t/cm}^2$);
- 9 t d'acier de précontrainte ac. 85/105;
- 27 t d'acier de précontrainte pour les haubans ac. 85/105.

4. Calcul des déformations

Les déformations de l'arc dans les différents stades de construction ont été calculées en admettant un module d'élasticité du béton de $E = 380\,000 \text{ kg/cm}^2$ et un coefficient de fluage final de $\varphi = 2,0$ selon des essais effectués préalablement. Ces calculs montraient, par exemple, que l'extrémité de l'arc s'abaissait de 3,2 cm pendant le bétonnage de l'étape n° 17 et de 12,5 cm lors de la mise en place du béton de l'étape n° 22.

La concordance entre les valeurs théoriques et les mesures effectuées sur l'ouvrage a été presque parfaite, mais la forme définitive de l'arc dépendait aussi d'autres facteurs, tels que de la déformation du chariot, les marges de précision du réglage des forces dans les haubans et des mesures géométriques et, avant tout, de l'influence de la variation de la température.

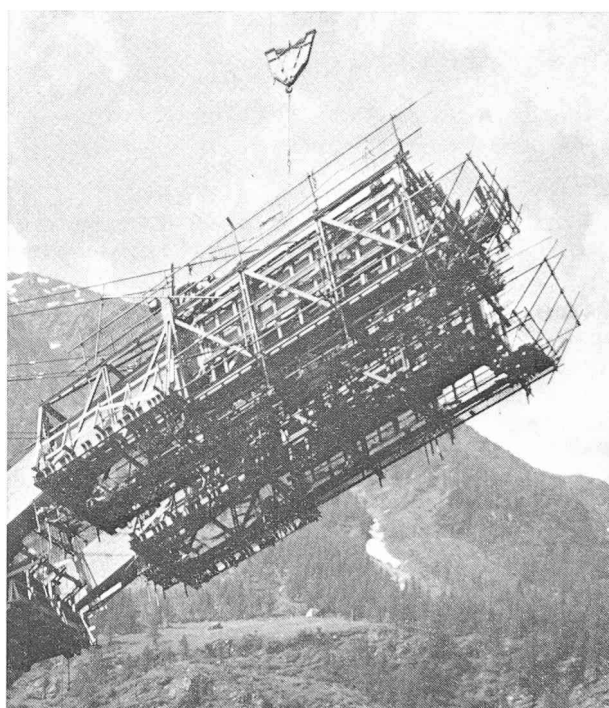


Fig. 4. — Les chariots.

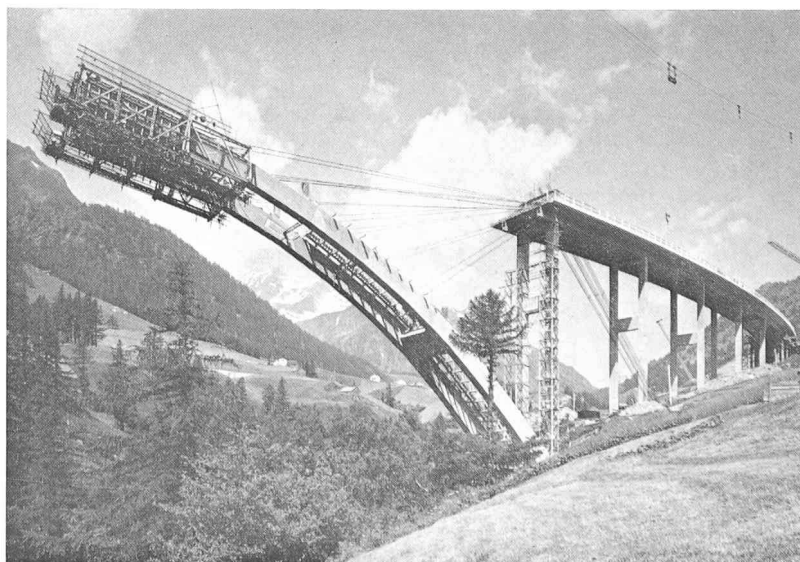


Fig. 5. — Haubanage de l'arc.

Malgré toutes ces inconnues, l'écart maximal de la ligne théorique ne dépassa pas 4 cm et cet écart a pu être corrigé en grande partie par un réglage ultérieur des efforts de haubanage.

Il faut relever, ici, qu'aucun système d'étayage rigide n'aurait permis d'exécuter l'arc avec plus de précision, et ceci, sans possibilité de réglage ultérieur. De plus, il était plus sûr de reprendre les efforts horizontaux considérables dus aux vents avec l'arc lui-même qui formait à chaque stade de l'exécution un système suffisamment rigide, au lieu de les transmettre aux fondations par un échafaudage très flexible sur une hauteur de 70 m.

5. Conclusion

La réalisation de cet ouvrage a montré que l'utilisation de l'arc comme système porteur pour un pont de grande portée est encore valable. Nombreux sont les ponts-arc, construits dans le passé, qui s'inscrivent parfaitement dans

le paysage par leur esthétique. Mais le fait qu'ils nécessitaient des étayages coûteux pour leur réalisation amenait les constructeurs à donner la préférence aux ponts-poutre plus faciles à exécuter, mais sans doute plus lourds et exigeant plus de matériaux.

Grâce à cette nouvelle méthode de construction de l'arc par étapes en encorbellement, qui a été utilisée ici pour la première fois en Suisse, il sera de nouveau possible d'utiliser ce système porteur économique et esthétique pour maints ouvrages et surtout pour franchir des gorges profondes et difficilement accessibles.

Photos : J.-M. Biner, 1967 Bramois/Sion

Adresse de l'auteur :

Paul Missbauer, ing. dipl.
Associé du bureau d'ingénieurs
G. de Kalbermatten et F. Burri
1950 Sion, 39 rue de Lausanne

Congrès

Connaissance des matières plastiques

Cours de recyclage SIA/EPFL

Lausanne, février-mars 1978

Journellement les ingénieurs de toutes les branches, ainsi que les architectes, sont confrontés à des problèmes d'utilisation des matières plastiques.

Ces matériaux, dont la palette de propriétés a atteint une diversité étonnante, pour ne pas dire stupéfiante, sont cependant assez mal connus pour toute une génération d'ingénieurs praticiens. La raison en est évidente, car jusqu'à une date récente la connaissance de ces matériaux n'a été enseignée qu'aux chimistes.

C'est pour combler un peu ce manque que ce cours de recyclage a été organisé.

Il devrait permettre aux participants de se faire une idée des possibilités offertes par ces matières, ainsi que des problèmes pouvant surgir lors de leur utilisation.

Il devrait aussi faciliter la recherche d'une matière optimale pour la solution d'un problème spécifique, respectivement de juger l'opportunité d'un choix proposé.

Programme

Cours 1 (1.2.78) : *Production des « plastiques »*

Bases de la chimie macromoléculaire. F. Campus, D^r ès sciences, Chemicals and Plastics Laboratory. Union Carbide Europe, Meyrin.

Aspects industriels de la polymérisation par l'exemple d'une usine de polymérisation de l'éthylène. — Recyclage des matières plastiques à différents niveaux. J.-J. de Bellet, Development Engineer, Chemicals and Plastics Laboratory. Union Carbide Europe, Meyrin.

Cours 2 (22.2.78) : *Propriétés des matières plastiques* (théorie de base)

Structures physiques et propriétés mécaniques. Professeur H. H. Kausch, D^r ès sciences, Laboratoire des polymères de l'EPFL, Lausanne.

Propriétés électriques des matières plastiques. R. Mühlethaler, D^r ès sciences, chef des Laboratoires d'essais des matières, Câbleries et Tréfileries de Cossonay SA, Cossonay.

Mesures des propriétés des matières — Comparaison avec les matières classiques — Normes. R. Müller, D^r ès sciences, Section des matières plastiques du LFEM, Dübendorf.

Cours 3 (1.3.78) : *Modifications des matières dans le but d'obtenir des qualités désirées. Transformations des matières*

Modifications à la synthèse — Additifs dans les mélanges — Charges — Matériaux composites. P. Spoerli, ingénieur dipl., Genève.

Vulcanisation des élastomères. H. Claessen, D^r chim., Dupont Suisse, Bâle.

Polyoléfines (réticulation). F. Campus, D^r ès sciences, Union Carbide, Meyrin.

Vieillessement des matières synthétiques — Influence lumière/temps (environnement) — Moyens d'influencer le vieillissement — Stabilisation. F. Gugumus, D^r ès sciences, Ciba-Geigy SA, Bâle.

Cours 4 (8.3.78) : *Mise en forme des matières synthétiques*

Thermoformage — Moulage par transfert — Injection et frittage — Possibilités — Coûts. Professeur W. Kaiser, D^r ès sciences, ETS de Brougg-Windisch (conférence en allemand). *Procédés d'extrusion (profils, tubes, câbles, feuilles) — Calandrage.* R. Schlaeppli, ingénieur, chef du Bureau d'études de Maillefer SA, Ecublens.

Cours 5 (15.3.78) : *Quelques exemples d'utilisation de polymères dans le génie civil et le bâtiment*

Professeur J.-P. Delisle, ing. dipl., directeur du Laboratoire des matériaux pierreux de l'EPFL, Lausanne ; V. Furlan, D^r chim., chargé de cours à l'EPFL, Lausanne ; N. Kohler, arch. dipl., chargé de cours à l'EPFL, Lausanne.

Particularités du calcul à la résistance mécanique de pièces en matière synthétique. Professeur J. Kunz, ing. dipl. Technicum intercantonal de Rapperswil (conférence en allemand).

Utilisation des matières synthétiques dans l'électrotechnique, en particulier les résines thermodurcissables en HT. M. Wegmann, D^r chim., département des plastiques de Brown Boveri, Baden.

Combustion des matières plastiques — Dangers et dommages lors d'incendies. S. Schmidlin, ing. dipl. Lonza SA, Bâle.

Organisation

Les cours auront lieu le mercredi soir, de 18 à 22 h., avec une interruption d'une heure pour le repas à 19 h. 30.

Dates des cours

Cours 1 : mercredi 1^{er} février 1978 — Cours 2 : mercredi 22 février 1978 — Cours 3 : mercredi 1^{er} mars 1978 — Cours 4 : mercredi 8 mars 1978 — Cours 5 : mercredi 15 mars 1978.

Lieu

Auditoire B 500, 5^e étage du bâtiment principal de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, avenue de Cour 33, 1007 Lausanne.

Finance (sans repas mais avec la documentation) à verser avant le début du cours : membres SIA-A3E2PL-GEP-SVIGGR-ASRO : Fr. 200.— ; non-membres : Fr. 240.— ; étudiants : Fr. 40.—. Supplément pour les repas : Fr. 80.—.

Les bulletins de versement seront envoyés à réception des inscriptions.

Délai d'inscription : 25 janvier 1978.

Les personnes inscrites, mais empêchées de suivre le cours, sont priées de retourner leur carte de participation jusqu'au 10 février 1978, faute de quoi la finance de cours sera facturée.

Secrétariat : Société vaudoise des ingénieurs et des architectes, case postale 944, 1001 Lausanne, tél. (021) 36 34 21.