

RESEARCH AND TESTING BULLETIN

Dare

Arde.

MATERIAUX ET CONSTRUCTION

Colloque par correspondance

BÉTONS DE RÉSINE

Symposium by correspondence

RESIN CONCRETES

RESEARCH AND TESTING

RECHERCHES ET ESSAIS

28

MATERIALS AND STRUCTURE

BULLETIN RILEM

Directeur de Publication : R. L'HERMITE.

Rédacteur en chef : M. FICKELSON.

Comité de Rédaction : Mme R. SHALON, MM. C. A. LOBRY DE BRUYN, G. COLONNETTI, F. CAMPUS,
M. ROCHA, I. LYSE, J. DELARUE, H. RUSCH, E. WEGELIUS, F. M. LEA, E. AMSTUTZ,
W. OLSZAK, B. G. SKRAMTAEV, R. TOBIAS, E. YALTKAYA, A. BATES, E. ROSENBLUETH.

Renseignements } Secrétariat Général de la RILEM,
12, rue Brancion, PARIS XV^e — Tél. : LECourbe 21-69.

Abonnement (durée 1 an)..... — 60,00 — Francs Suisses (Port payé) 68 Francs Français
pour membres RILEM — 44,00 — Francs Suisses (Port payé) 51 Francs Français
Prix du numéro..... — 17,00 — Francs Suisses (Port payé) 19 Francs Français

Paiements — France et Union Française : Compte chèque postal PARIS — 3374-36.

Chèque libellé en Fr. F. au Secrétariat : 12, rue Brancion, PARIS XV^e.

Autres pays : Chèque libellé en Fr. S. à l'UNION DES BANQUES SUISSES
45 Bahnhofstrasse, ZURICH (Suisse).

RILEM BULLETIN

Director of Publication : R. L'HERMITE.

Editor in Chief : M. FICKELSON.

Editorial Committee : Mrs R. SHALON, Messrs C. A. LOBRY DE BRUYN, G. COLONNETTI, F. CAMPUS,
M. ROCHA, I. LYSE, J. DELARUE, H. RUSCH, E. WEGELIUS, F. M. LEA, E. AMSTUTZ,
W. OLSZAK, B. G. SKRAMTAEV, R. TOBIAS, E. YALTKAYA, A. BATES, E. ROSENBLUETH.

Information } General Secretariat of RILEM.
12, rue Brancion, PARIS XV^e — Tél. : LECourbe 21-69.

Subscription fee (per year)..... — 60.00 Swiss Francs. 68 French Francs
for members of RILEM — 44.00 Swiss Francs. 51 French Francs
Price of one number..... — 17.00 Swiss Francs. 19 French Francs

Payments — 1^o either by a cheque made out in Swiss Francs and drawn to the General
Secretariat, 12, rue Brancion, PARIS XV^e, France.

2^o or to the open account in the name of RILEM at l'UNION DES BANQUES SUISSES
45, Bahnhofstrasse, ZURICH, Switzerland.

PUBLICITÉ RILEM

12, rue Brancion, PARIS XV^e

© S. D. T. B. T. P. 1965

Bulletin

Bulletin

RÉUNION INTERNATIONALE DES
LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE
RECHERCHES SUR LES MATÉ-
RIAUX ET LES CONSTRUCTIONS

RILEM

THE INTERNATIONAL UNION
OF TESTING AND RESEARCH
LABORATORIES FOR MA-
TERIALS AND STRUCTURES

SOMMAIRE

CONTENTS

	Pages
Colloque RILEM par correspondance « BÉTONS DE RÉSINE ».	
Introduction	4
Liste des contributions	6
Rapport général	7
S. ANDRIES. « Les bétons de résine »	15
R. BAREŠ. « Les bétons à base de résines de furane : le bérol »	19
L. S. BLAKE, P. PULLAR-STRECKER. « Résines époxy pour la réparation du béton »	25
R. CIRODDE. « Contribution au choix d'un liant pour la confection des bétons de résine »	31
Y. COLLET. « Les matières plastiques et le ciment »	37
P. C. KREIJGER. « Le béton collé au béton par des résines »	45
J. D. KRIEGH. « Couches de protection et antidérapantes pour les tabliers des ponts en béton » ..	59
J. MŁODECKI. « Application de la résine isobutoxysiloxane à la confection du béton de résine » ..	67
K. OKADA. « Résines employées pour le béton au Japon »	73
Z. PALENCAR. « Aperçu de la technique et de l'application des mortiers et bétons à base de déchets de l'industrie chimique »	81
J. G. PERIALE. « Membranes d'étanchéité en résine pour les ponts »	87
H. POLLET. « Le béton à liant plastique polyester ou araldite et sa rentabilité »	91
T. SNECK, P. MARTTINEN, C. ENEBACK. « Recherche préliminaire des propriétés de certains mortiers de résine de furfuryl-acétone »	95
St. STAMENOV, N. GUDEV, R. MALCEV. « Bétons léger et ordinaire de résine de polyester »	103
C. K. WARREN. « Béton aggloméré par des résines »	109
V. ZIVICA. « Propriétés de la pâte de ciment additionnée d'émulsion d'acétate de polyvinyle »	121
H. PIERZCHALA. « Caractéristiques physiques et de résistance des mortiers de ciment avec adjuvant d'émulsion d'acétate de polyvinyle »	129
K. SHIRAYAMA. « Rapport d'essai des propriétés des mortiers de résine pour les enduits »	139
T. C. HANSEN. « Fissuration en surface dans le cas du décoffrage prématuré de constructions en béton de masse »	145
B. G. SKRAMTAEV ET AL. « Problèmes du choix d'un type de sable pour essai des ciments »	155
Groupe de Travail RILEM. « Études du retrait et du fluage du béton »	161
Informations bibliographiques	168

	Pages
RILEM Symposium by correspondence « RESIN CONCRETES ».	
Introduction	4
List of contributions	6
General report	7
S. ANDRIES. « Resin concretes »	15
R. BAREŠ. « Concretes having a furan resin base : the berol »	19
L. S. BLAKE, P. PULLAR-STRECKER. « Epoxy resins for repair of concrete »	25
R. CIRODDE. « Contribution to the choice of a binder for making resin concretes »	31
Y. COLLET. « Plastics and cement »	37
P. C. KREIJGER. « Concrete connected to concrete by means of resins »	45
J. D. KRIEGH. « Protective and skid-resistant coatings for concrete bridge decks »	59
J. MŁODECKI. « The application of isobutoxysiloxane resin to the manufacturing of resin concrete » ..	67
K. OKADA. « Resins for concrete in Japan »	73
Z. PALENCAR. « Survey of the technique and application of mortars and concretes using waste materials from the chemical industry as a base »	81
J. G. PERIALE. « Resinous membrane sealers for bridges »	87
H. POLLET. « Concrete with plastic polyester or araldite binder and its cost factor »	91
T. SNECK, P. MARTTINEN, C. ENEBACK. « A preliminary investigation on the properties of some furfuralacetone resin mortars »	95
St. STAMENOV, N. GUDEV, R. MALCEV. « Light and ordinary polyester resin concrete »	103
C. K. WARREN. « Resin bonded concrete »	109
V. ZIVICA. « The properties of cement paste with admixture of polyvinyl acetate emulsion »	121
H. PIERZCHALA. « Physical and strength characteristics of cement mortars with an admixture of polyvinyl acetate emulsion »	129
K. SHIRAYAMA. « Report of a test for the properties of resin mortars for rendering »	139
T. C. HANSEN. « Surface cracking of mass concrete structures at early form removal »	145
B. G. SKRAMTAEV ET AL. « On the problem of selecting the type of cement-testing sand »	155
RILEM Working group. « Investigations on shrinkage and creep of concrete »	161
Book review	168

Revue subventionnée par l'U. N. E. S. C. O.
Numéro spécial : 25 francs suisses

Secrétariat Général
Secrétariat de Rédaction

12, rue Brancion, Paris (15^e)
TÉL. : 532. 21-69.

General Secretary's Office
Editorial Secretariat

COLLOQUE RILEM
RILEM SYMPOSIUM

Colloque par correspondance
Symposium by correspondence

Bétons de résine
Resin concretes

INTRODUCTION

De nombreux laboratoires ont certes examiné les problèmes posés par ces nouveaux matériaux, les bétons de résine, et leurs applications dans le bâtiment. Mais il n'existe guère d'autre domaine où le chercheur et le praticien soient si peu renseignés sur les travaux de leurs confrères. Et pourtant, la relative nouveauté de ce domaine serait une raison de plus pour resserrer la collaboration entre les laboratoires et devrait, en toute logique, favoriser un échange d'informations.

L'un des buts de ce colloque par correspondance était justement d'offrir un champ de confrontation aux diverses expériences acquises par la mise au point des méthodes d'essai des bétons de résine. Quelques-uns de ces essais ont dû exiger un appareillage spécialement conçu, ou tout au moins une modification des appareils classiques; ici encore, les informations manquaient. Et l'intérêt était certain de pouvoir confronter les points de vue sur l'interprétation des résultats. On attendait également de ce colloque un échange de vues sur l'emploi des bétons de résine dans le bâtiment et les perspectives qu'on peut déjà dégager quant à ses applications à venir.

INTRODUCTION

While it is true that numerous laboratories have examined the problems raised by these new materials, resin concretes and their applications in building, there is scarcely a field in which the research worker and the practical man are so little informed as to the work of their colleagues. And yet, the relative novelty of this field should be an additional reason for intensifying collaboration among Laboratories and should, for logical reasons, promote exchange of informations.

One of the objectives of this symposium by correspondence was precisely to provide a field of comparison for the various experiences acquired by the development of methods for testing resin concretes. Some of these tests must have required specially designed apparatus, or at least a modification of standard apparatus; here also information were lacking. And it was certainly valuable to be able to compare points of view of the interpretation of results. This symposium would also permit an exchange of views on the use of resin concretes in building and the prospects that can already be discerned as to its future applications.

PARTICIPANTS

- ANDRIES S., Mme, Ing.,
I.N.C.E.R.C.
266 Soseaua Pantelimon
BUCAREST (Roumanie)
- BAREŠ, Ing.,
Institut de Mécanique Théorique et Appliquée,
Académie Tchèqueoslovaque des Sciences
PRAGUE (Tchécoslovaquie)
- BLACKKEY F.,
Principal Research Officer
C.I.R.O. Div. of Building Research
Graham Road
HIGHTT S. 21 (Australie)
- BLAKE N., Ing.,
Cement and Concrete Asso.
Research and Development Div.
Wexham Springs, Framewood Road
STOKE POGES near Slough (Bucks) (G.-B.)

- BOSSI J., Prof., Ing.,
Istituto di Scienza delle Costruzioni-
Politecnico di Milano
MILANO (Italie)
- CEMENT MARKETING C^o
Development Division
Beddington Lane
CROYDON (Surrey) (G.-B.)
- CIRODDE R., Ing.,
C.E.B.T.P.
12, rue Brancion
PARIS XV^e (France)
- D'ELIA P., Prof., Ing.,
Facolta di Ingegneria
dell' Universita'
via Mezzocannone 16
NAPOLI (Italie)

Les bétons à base de résines de furane : le "bérol"

R. BAREŠ⁽¹⁾

Les technologues se proposent depuis longtemps de trouver un matériau de construction à la fois imperméable, résistant à toutes sortes d'agents agressifs, résistant au point de vue mécanique et tenace. Une solution qui promet beaucoup consiste à faire appel à des matières plastiques en tant que liants des matières de charge classiques et autres.

Cependant, lorsqu'on tient compte des exigences mentionnées et que l'on prend en considération le facteur économique (c'est-à-dire, en premier lieu, une quantité satisfaisante de matières premières de base, une fabrication peu compliquée et la faculté de durcissement dans des conditions atmosphériques normales) le choix des matières plastiques connues se trouve limité à quelques sortes peu nombreuses. A notre avis, justifié par nombre de vérifications de résines variées, ce sont les résines de furane qui répondent le mieux à toutes ces exigences. Exception faite des matières plastiques à base de fluor, ces résines sont supérieures, au point de vue des résistances chimique et mécanique, à toutes les autres matières plastiques et présentent une ténacité remarquable; la création de leurs copolymères permet d'augmenter sensiblement leur durée d'utilisation, leur faculté d'adhésion et leur résistance chimique spéciale. En ce qui concerne la fabrication, les résines de furane qui conviennent le

mieux sont celles de furyle-acétone et, en particulier celles de furyle-alcool (furol), ou les copolymères de furyle-alcool, furyle-aldéhyde (furol-fural) de furol-époxy etc. Les résines ayant fourni leurs preuves dans la fabrication du matériau de construction et isolant sont celles de furol-fural. Nous avons dénommé « bérol » (BE-ton + fu-ROL) ⁽¹⁾ cette matière nouvelle donnant toutes les garanties de résistance mécanique et chimique et de ténacité, durcissant dans des conditions atmosphériques normales et dont le traitement est identique à celui du béton; elle est en outre d'un prix abordable et ses propriétés physiques peuvent être choisies dans des limites assez larges. Son champ d'application est de ce fait très étendu, ce que nous considérons comme un avantage prépondérant.

1. Propriétés physiques fondamentales du bérol.

Les propriétés physiques fondamentales du bérol dépendent dans une large mesure du rapport entre ses composants. Sa résistance à la compression est comprise entre 800 et 1 000 kg/cm² pour un mélange où le gravier tout-venant et le liant sont en rapport 3/1 et jusqu'à 120-160 kg/cm² pour les mélanges où ce rapport est 40/1. La résistance à la traction correspondante est de 120 + 15 kg/cm² (1, 2, 3),

⁽¹⁾ Ing. Candidat ès Sciences Techniques, Institut de Mécanique Théorique et Appliquée, Académie Tchécoslovaque des Sciences, Prague, Tchécoslovaquie.

⁽¹⁾ Brevet tchécoslovaque n° 104 815 des auteurs R. Bareš et J. Hošek : Matière plastique de construction et méthodes de sa fabrication.

les éprouvettes ont été disposées dans une ambiance où régnait la température de 50° C. Elle se sont dilatées pendant qu'une certaine structure se formait déjà. A un moment donné (b) la température de l'éprouvette et celle du milieu se sont trouvées en équilibre et les variations ultérieures de la longueur étaient nulles (ou négligeables). Il s'est produit par contre un rétrécissement énergétique, entraînant le raccourcissement de l'éprouvette. Cependant, une certaine ossature rigide, existant déjà au moment de l'accélération du rétrécissement à la suite du durcissement rapide, s'est trouvée soumise à une forte précontrainte provoquée justement par le rétrécissement des parties durcissantes. Le rétrécissement en majeure partie terminé, le phénomène s'est traduit par un réallongement de l'éprouvette (c-d), l'ossature tendant à compenser la contrainte. Au point (d) les éprouvettes ont été retirées de l'ambiance à 50° C et disposées dans une ambiance à 20° C. Elles se sont raccourcies; cependant, la modification de la longueur au refroidissement ne correspondait pas à celle qui s'est produite à l'échauffement de l'éprouvette. Ceci s'explique logiquement par le fait qu'au moment du refroidissement de l'éprouvette, toutes les liaisons avaient déjà complètement durci, c'est-à-dire que les chaînes moléculaires étaient déjà disposées dans l'espace, les unes bloquant les autres. Il est probable que des contraintes de tension naissent dans certaines des structures et cherchent à se compenser d'une part par le réarrangement des efforts à l'intérieur de la structure même et, d'autre part, par la dilatation lente de l'éprouvette tendant vers l'équilibre interne (e-f). En ce qui concerne l'influence des variations de l'humidité, la longueur leur est directement proportionnelle, augmentant lorsque l'humidité croît, (f-g) et diminuant lorsque l'humidité décroît (g-h). On peut en même temps constater une augmentation (ou une diminution) correspondante du poids. Il est évident que la diminution du poids pendant les premières phases du durcissement à la température plus élevée est due à l'évaporation successive de l'eau de condensation.

2. Résistance à la pression exprimée par une fonction empirique.

Il a été démontré par l'analyse des essais réalisés jusqu'à présent que la résistance à la pression des bétons de résine pouvait être considérée comme une fonction logarithmique des rapports : entre tous les composants du liant et la matière de charge, entre les différents composants du liant, entre l'accélérateur et le liant et, enfin, entre le catalyseur et les autres constituants.

Nous pouvons donc établir :

$$\sigma = a \log \frac{\text{liant}}{\text{matière de charge}} + b / k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

formule dans laquelle les constantes a et b déterminent la fonction de base pour une catégorie donnée de béton de résine, les fonctions k₁, k₂, k₃ exprimant les coefficients de correction déterminés par le rapport réciproque des différents composants du liant. Pour certaines catégories de béton à base de résines (par exemple ceux à deux composants), quelques-unes des fonctions k peuvent être constantes; en général elles sont égales à 1.

A condition que le durcissement soit terminé, les valeurs trouvées des constantes a et b dans le cas du bérol sont les suivantes : a = 700, b = 935 et le rapport liant/matière de charge s'exprime par la formule

$$\frac{FP + FOL + FAL + 0,25 K}{0,75 K + P}$$

Fonction k₁ exprimant l'influence de la quantité d'accélérateur (fural) :

$$k_1 = \left[-3,916 \left(\frac{FAL}{FP + FOL + FAL} \right)^2 + 1,763 \left(\frac{FAL}{FP + FOL + FAL} \right) + 0,779 \right]$$

Fonction k₂ déterminant l'influence du rapport entre la résine de furol à faible viscosité, partiellement condensée, et le furol :

$$k_2 = \left[1 - \left(\frac{FOL}{FP + FOL} - 0,44 \right) \frac{1}{2,24} \right]$$

Fonction k₃ exprimant l'influence de la quantité de catalyseur :

$$k_3 = 34\,300 \left[\left(1 - \frac{3,33}{\frac{FOL}{FP + FOL} + 4,59} \right)^2 \left(\frac{0,25 K}{K + P + FP + FOL + FAL} \right)^2 + 0,018 \left(1 - \frac{3,33}{\frac{FOL}{FP + FOL} + 4,59} \right) \left(\frac{0,25 K}{K + P + FP + FOL + FAL} \right) \right]$$

Dans les équations ci-dessus :

- FP : quantité volumétrique de résine de furol, partiellement condensée
- FOL : quantité volumétrique de furol
- FAL : quantité volumétrique de fural

- K : quantité volumétrique du catalyseur (dont la part active est de 25 % en poids)
- P : quantité volumétrique de matière de charge (gravier tout-venant).

La résistance à la traction peut s'exprimer par des rapports analogues.

3. Explication des propriétés physiques par hypothèse complexe.

Une étude approfondie des variations de la résistance du bérol (et, plus ou moins, des autres bétons de résine, voire de tous les systèmes poreux en général) en fonction de la quantité relative du liant démontre cependant que la fonction décrite ne s'applique pas exactement à la zone moyenne des rapports de mélange. La figure 2, résultant d'une série d'essais soignés, fait ressortir les variations des résistances à la traction et à la compression et des poids volumétriques correspondants, lorsque le rapport liant/matière de charge varie de 1/0 à 1/40. Nous pouvons constater que, tout d'abord, à mesure que la quantité relative de liant diminue, la résistance décroît, pendant que le poids volumétrique augmente. Il se produit ensuite un revirement et la résistance croît jusqu'à sa valeur initiale, le poids volumétrique diminuant en même temps.

A partir d'un certain point, la diminution de la résistance se produit parallèlement à celle de la quantité de liant.

Il est évident que l'explication de ce phénomène devra être recherchée dans la contrainte interne de la structure de la masse.

Supposons, pour simplifier, qu'à l'intérieur d'un matériau constitué par de la résine seule (fig. 3 a, rapport 1/0), il y ait une contrainte homogène uniaxiale. A mesure que la quantité de matière de charge augmente, le poids spécifique croît, entraînant l'augmentation du poids volumétrique du matériau. Cependant, vu la différence des propriétés physiques des deux composants, les contraintes viennent se concentrer au voisinage des points de contact, créant une contrainte spatiale complexe à l'intérieur du corps (fig. 3 b). L'augmentation du nombre de grains de la matière de charge dans le matériau de base (résine) fait croître l'influence

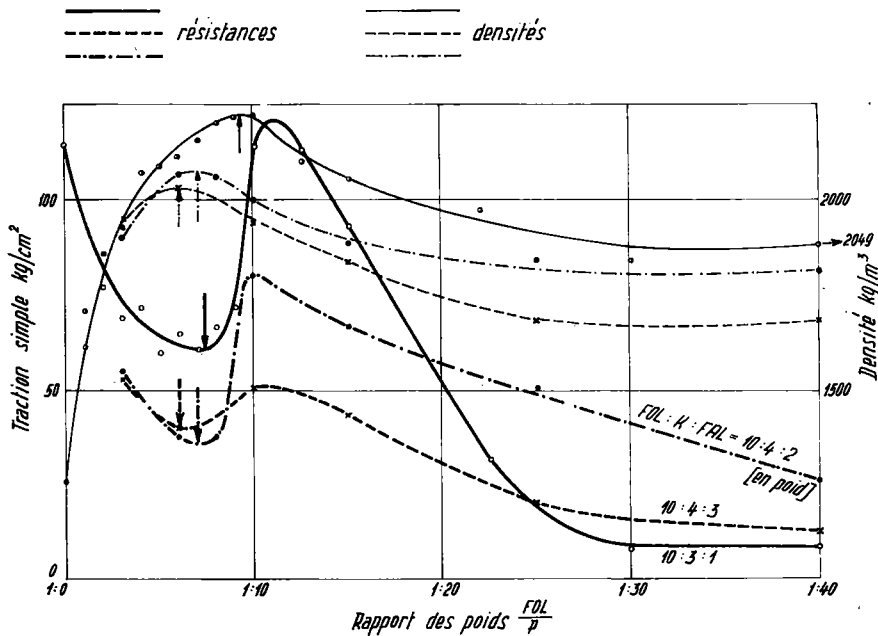


FIG. 2 a. — Résistance en traction simple.

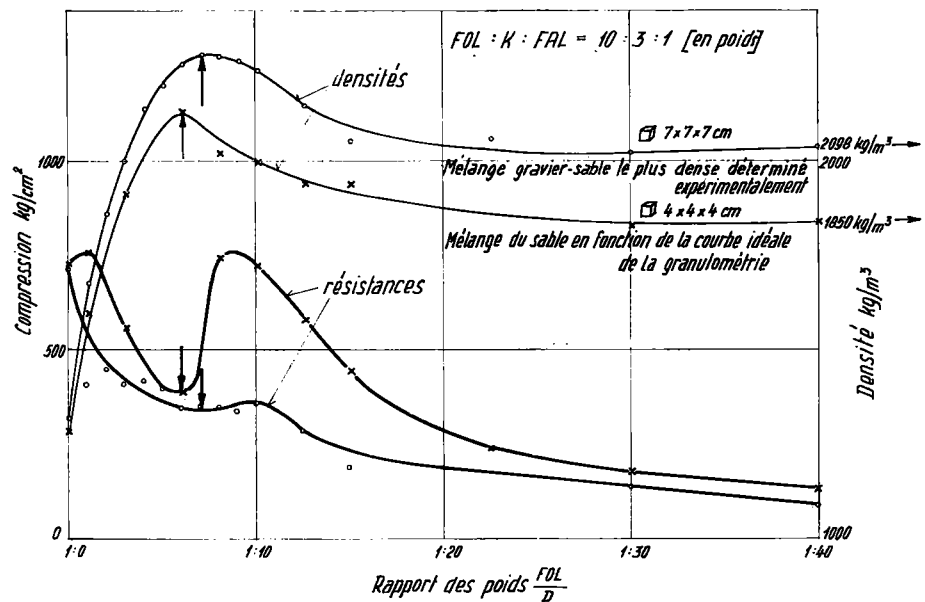


FIG. 2 b. — Résistance en compression.

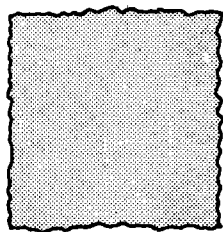


FIG. 3a.

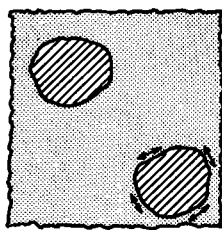


FIG. 3b.

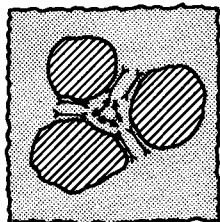


FIG. 3c.

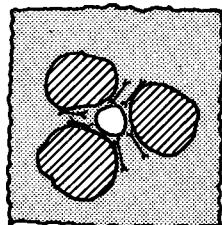


FIG. 3d.

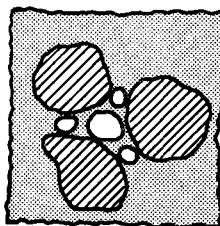


FIG. 3e.

des contraintes hétérogènes locales au voisinage des grains et, de là, la contrainte globale (moyenne) à l'intérieur du corps. Ceci entraîne logiquement une diminution de la résistance résultante du corps. Le poids volumétrique croît sans cesse pendant ce temps. Nous remarquons que, jusqu'à maintenant il était sous-entendu que les pores n'existaient pas. Or, en faisant augmenter progressivement la proportion de la matière de charge, nous aurons à envisager le cas où les différents grains sont très proches les uns des autres, mais complètement enveloppés d'une couche de résine, cette dernière remplissant d'autre part les interstices entre les grains (fig. 3 c). Ce cas devra être envisagé, du point de vue du liant chargé, comme le plus désavantageux, étant donné que les tensions de cisaillement aux points de contact des différents grains sont très actives et exercent une influence défavorable (par traction) sur l'interstice de contact voisin, etc. Dans ce cas, le poids volumétrique atteint son maximum : le corps comprend en effet la plus grande quantité possible de matière de charge et tous les interstices sont remplis de liant. Lorsque nous diminuons successivement la quantité relative de liant, nous passons du liant chargé à un matériau d'une qualité foncièrement différente, à savoir à la matière de charge liée. La quantité de liant n'est plus capable de remplir tous les interstices et il se crée des pores clos, influençant favorablement, dans ce cas, la contrainte interne (fig. 3 d). Les interstices de contact cessent de s'influencer réciproquement et plus ces points sont nombreux, plus la contrainte simplifiée se manifeste favora-

blement pour ce qui est de la capacité de charge du corps. Le poids volumétrique continue à décroître à la suite de l'augmentation du nombre de pores. Lorsque chacun des interstices de contact subit *uniquement* la sollicitation par « sa » contrainte, nous nous trouvons en présence d'un autre cas limite. Si nous continuons à réduire la quantité du liant, le manque de ce dernier provoque l'établissement des communications entre les pores jusqu'à alors clos (dans le schéma spatial), provoquant une contrainte spatiale secondaire dans les différents interstices de contact (fig. 3 e); le liant est en outre présent en quantité trop faible pour être capable de créer des ponts de liaison. Cette dernière limite entre les porosités discontinues et continues dans le matériau est très importante, comme on l'a déjà mentionné, du point de vue de l'imperméabilité.

Sous ce rapport, nous pouvons exprimer l'hypothèse que la limite constatée par le professeur Berg [5], à laquelle le volume des microfissures à l'intérieur du béton atteint des valeurs telles que les propriétés physiques du corps (et du matériau à l'échelle macroscopique) s'en trouvent foncièrement modifiées, constitue justement cette limite séparant la microfissuration discontinue (améliorant plutôt la contrainte interne) de la microfissuration continue (due probablement à la destruction par cisaillement des ponts de liaison entre les microfissures closes) (fig. 4). L'hypothèse s'appuie

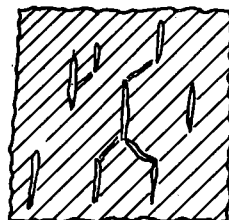


FIG. 4.

d'ailleurs sur le fait que, à partir de cette limite, la perméabilité du béton augmente brusquement, tandis que les résistances au gel et les résistances chimiques diminuent.

Il est évident qu'en réalité le phénomène est beaucoup plus complexe car, dès le début (c'est-à-dire à partir du moment où il n'y avait que le liant), le matériau comprend des pores dont l'influence varie en fonction de la quantité relative du liant dans le matériau 4.

Nous avons cherché à récapituler dans cet exposé certains résultats de recherches relatives au bérol ainsi qu'à faire ressortir certains problèmes concernant les transformations de ce dernier; nous avons en outre indiqué les solutions à envisager.

Il ne nous reste plus qu'à mentionner les caractéristiques de quelques applications pratiques qui ont pu être réalisées avant la fin même des recherches.

Dans une cotonnerie, on fait usage, depuis deux ans, d'un réservoir ouvert carré d'un volume de 30 m³ environ, servant à la dissolution de la lessive. Il est imperméable et aucune déféctuosité visible n'a été constatée, bien que les conditions d'exploit-

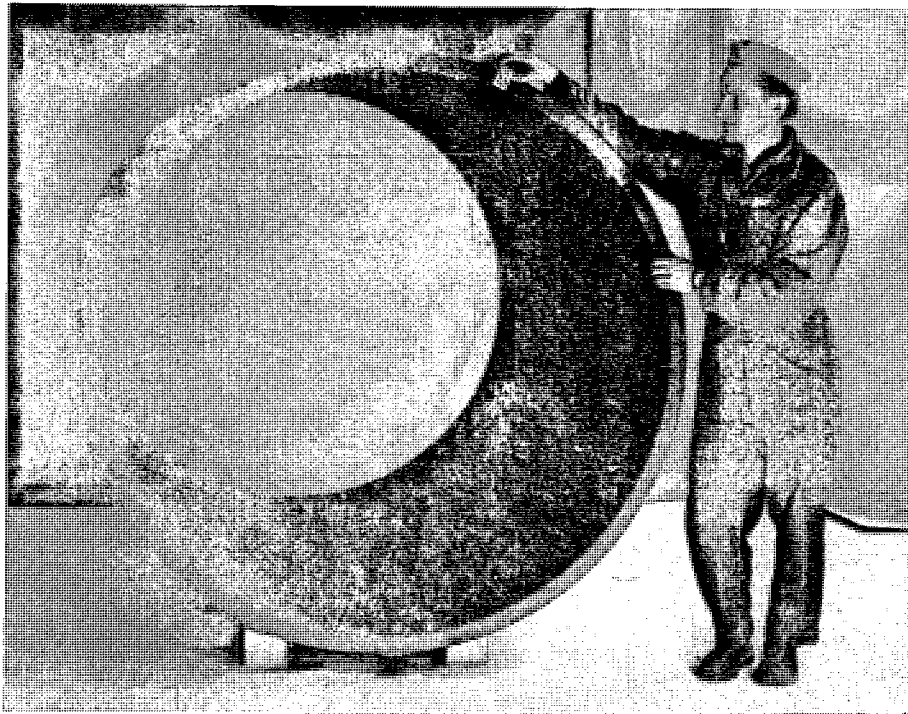


FIG. 5.

tation soient très sévères. L'épaisseur des parois est de 15 cm, la hauteur du réservoir de 3 m et la longueur d'un côté de 3 m. Le rapport liant-matière de charge est de 1/15 et les parois intérieures sont munies d'un enduit de résine. Pour la construction d'une tuyauterie d'évacuation des eaux polluées, fortement agressives, provenant des installations chimiques, on avait étudié la technologie de fabrication des éléments de tuyau en bérol (fig. 5)⁽¹⁾ que l'on dispose dans un lit préparé au préalable et que l'on enveloppe de béton. Les éléments sont longs de 3 m, leur diamètre est de 140 cm, les parois sont épaisses de 4 cm et ne comprennent aucune

armature; le rapport liant-matière de charge est de 1/12. Les essais en fonctionnement démontrèrent que les éléments supportaient sans défaillance le poids du béton frais et le transport sans que des mesures spéciales fussent nécessaires. Les éléments en bérol remplacent parfaitement le grès utilisé jusqu'à présent et réduisent sensiblement le prix d'un mètre courant de canalisation. Nous sommes en train de vérifier les possibilités d'exploitation des tuyaux renforcés en bérol, capables de supporter même une charge extérieure par remplayage, etc., pour remplacer les tuyaux en béton armé sensibles aux liquides agressifs.

RÉFÉRENCES

- [1] R. BAREŠ-J. HOŠEK. — Nová konstrukční hmota na basi furalové pryskyčice (Nouveau matériau de construction à base de résine de fural), Inženýrské stavby n° 3, année 1961.
- [2] R. BAREŠ-J. HOŠEK. — Berol- a furan-base building material, Technical Digest n° 6, année 1962.
- [3] R. BAREŠ-J. HOŠEK. — Konstrukční stavební hmota na basi furanových pryskyčic (Matériau de construction à base de résines de furane), Stavebnický časopis, n° 8, année 1963.
- [4] NAVRÁTIL J. (Institut des constructions, Praha.) — Rapport oral (Mécanique des systèmes poreux dans les conditions d'ambiance définies, en préparation.)
- [5] O. J. BERG. — Fisičeskije osnovy teorij pročnosti betona i železobetona, Gosstrojizdat, Moscou, 1961.

⁽¹⁾ Technologie étudiée par V. Černák, ingénieur de l'entreprise nationale Doprastav, Bratislava.