

*Obolka + str. 1-16 202*

# CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT \* N° 76

4, AVENUE DU RECTEUR-POINCARÉ, PARIS XVI<sup>e</sup> — TÉL. 288-81-80

OCTOBRE 1965 — CAHIER 647

**compte rendu  
des études et recherches de l'**

**AEPB**

**ASSOCIATION POUR L'EMPLOI DES PLASTIQUES DANS LE BATIMENT**

COMPTÉ RENDU  
DES JOURNÉES DES PLASTIQUES DANS LE BATIMENT  
(21 - 22 - 23 avril 1965)

THÈME II  
**ÉLÉMENTS DU BATIMENT  
OU INTERVIENNENT LES PLASTIQUES**

**BÉTONS DE PLASTIQUES ET COFFRAGES**

- ✓ ● Bétons de plastiques (R. BARES)..... 1
- ✓ ● Les bétons de furane et leurs applications (R. BARES et J. NAVRATIL)..... 9
- Béton d'urée-formol modifié et charges renforçantes (L. RECHNER et J.-C. BERTIER) ..... 17
- Bétons synthétiques à base de résine polyesters et époxydes (R. CIRODDE) ..... 26
- Le béton à liant plastique peut-il être employé pour le gros œuvre du bâtiment (H. POLLET) ..... 29
- Utilisation des matières plastiques dans le coffrage et le moulage du béton et du ciment (J. GUILBAUT DE NANÇAY). 32
- Coffrage à béton en polyester insaturé (D<sup>r</sup> NONNENKAMP) ..... 36

Les rapports généraux de ces journées ont été publiés dans les Cahiers du C. S. T. B., livraison 75, cahier 640, août 1965.



# CIMENT-PIERRE\* POLIET & CHAUSSON

CIMENT-PIERRE apporte  
une heureuse solution à vos problèmes  
de revêtement mural.

Mortier sec prêt à l'emploi,  
CIMENT-PIERRE se prête,  
dans un grand choix de teintes,  
à l'exécution traditionnelle  
des enduits de parement.

Deux formes : tyrolien et enduit,  
ce dernier d'aspects divers  
(grésé, bouchardé ou lavé)  
déterminés par la finition.

POLIET et CHAUSSON  
met à votre disposition  
toute une gamme de  
produits spéciaux de parement.

Documentation  
sur simple demande

\* marque déposée

## décore et protège vos façades



POLIET & CHAUSSON  
125, quai de Valmy - PARIS-10<sup>e</sup> - Tél. : 208 86.00

# BÉTONS DE PLASTIQUES

R. Bares

de l'Institut de mécanique théorique et appliquée de Prague.

Les recherches relatives à la technologie et aux propriétés mécaniques des matériaux de construction nouveaux à base de matières plastiques (bétons de plastiques) se poursuivent dans notre Institut depuis 1958. Afin de rendre compte des résultats obtenus, l'on compare dans le présent exposé les caractéristiques mécaniques des différents bétons de plastiques (c'est-à-dire de bétons comprenant des liants variés) et l'on traite de la composition du matériau de charge (agrégat tout-venant).

## CONFRONTATION DES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SORTES VARIÉES DE BÉTONS DE PLASTIQUES

### Composition et confection des éprouvettes

Pour la confection des bétons de plastiques il a été fait appel à quatre résines :

- résines polyesters (de polymérisation);
- résines époxy (de polyaddition);
- résines de furol-fural et de phénol-formaldéhyde (de polycondensation) (1).

Le mélange était réalisé de façon identique pour toutes les éprouvettes, c'est-à-dire par malaxage à la main, avec un mélange naturel de tout-venant de rivière 0-7 mm (2), suivi d'un pilonnage à la main dans des moules d'acier de 4 x 4 x 16 cm et de 4 x 4 x 4 cm; la conservation avait lieu à la température normale voisine de 20 °C et à 60-70 % d'humidité relative d'une part et à la température plus élevée de 50 °C et à 15-18 % d'humidité relative d'autre part (3). Le rapport en poids du mélange du sable à la composante active de la résine (c'est-à-dire sans catalyseur ni accélérateur) était le même pour tous les bétons : 1/1; 5/1; 10/1; 15/1; 20/1; 30/1; 40/1. Le rapport en poids du mélange de la résine (composante active) au catalyseur était variable, le catalyseur étant utilisé en quantité de base et en multiples de 1,5 et de 3,0 de cette quantité (4).

Les graphiques ci-après font ressortir les propriétés mécaniques et de déformation des bétons examinés en fonction du rapport en poids de la matière de charge (agrégat tout-venant) et du liant actif (résine). Il serait certes préférable de comparer ces propriétés en fonction du rapport volumétrique de la matière de charge et de la totalité du liant, catalyseur et accélérateur compris, pour autant qu'ils participent à la formation de la structure [2].

### Résistance à la compression et à la traction en flexion et poids volumétrique

Les figures 1, 2, 3 et 4 représentent les variations de la résistance à la compression et à la traction en flexion et du poids volumétrique en fonction de la composition

du mélange ou du milieu dans lequel les éprouvettes durcissaient. Dans le cas des liants à base de résines de polycondensation (fig. 3 et 4), l'accroissement de la résistance au-delà du point de compacité maximale est indiqué

#### 1. Résines utilisées :

Résine polyester ChS-polyester 104 comprenant 70 % environ de polyester non saturé et pour le reste du styrène. Catalyseur : méthylhexanoneperoxyde, accélérateur : cobaltnaphténate en solution avec le styrène au rapport de 1 : 40.

Résine époxy ChS Epoxy 1200, dans laquelle l'équivalent des groupes époxy  $-\text{CH}-\text{CH}_2$  par 100 g de résine est 0,3 environ;



5 % en poids de phtalate dibutylique. Catalyseur : diéthylènetriamine.

Résine de furol-fural, en alcool furylique industriel (80 % environ en poids) et aldéhyde furyline industriel (20 % en poids environ). Catalyseur : azotate uréique, accélérateur : aldéhyde furylique.

Résine de phénol-formaldéhyde, produit de polycondensation de phénol-formaldéhyde Umacol B en solution acétonique, à teneur moyenne de 72 % de matières résineuses. Catalyseur : solution à 50 % d'acide p-toluènesulfonique dans l'eau.

2. Poids volumétrique moyen à l'état normal : 1 672 kg/cm<sup>3</sup>, à l'état pilonné : 1 839 kg/cm<sup>3</sup>, poids spécifique : 2 582 kg/m<sup>3</sup>, pourcentage de vides du mélange non-pilonné : 35,2 %, du mélange pilonné : 28,8 %, granulation donnée par le rapport entre le diamètre de la maille de tamis en millimètres et la matière traversant le tamis en % du poids : 0,1/0,9; 0,2/7,4; 0,5/41,0; 1,0/72,0; 2,0/80,7; 4,0/91,4; 7,0/100.

#### 3. Ordre de malaxage des différentes composantes :

- béton de polyester : sable + catalyseur + résine + accélérateur,
- béton d'époxy : résine + catalyseur + sable,
- béton de furol-fural : sable + catalyseur + résine + accélérateur,
- béton de phénol-formaldéhyde : résine + catalyseur + sable.

#### 4. Composition pondérale du liant :

- résine de polyester : catalyseur : accélérateur (en poids)  
10 : 3 : 1,5; 10 : 4,5 : 1,5; 10 : 9 : 1,5;
- résine époxy : catalyseur (en poids)  
10 : 0,7; 10 : 1,05; 10 : 2,1;
- alcool furylique : catalyseur : accélérateur (en poids)  
10 : 4 : 1; 10 : 4 : 2;
- résine de phénol-formaldéhyde : catalyseur (en poids)  
10 : 2,5; 10 : 3,75; 10 : 7,5.

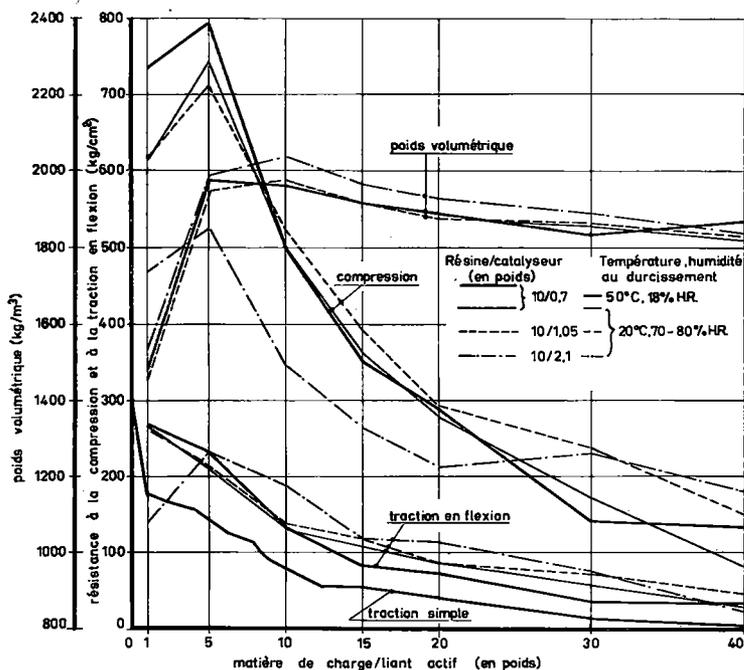


Fig. 1. — Béton de plastiques à base de résine époxyde.

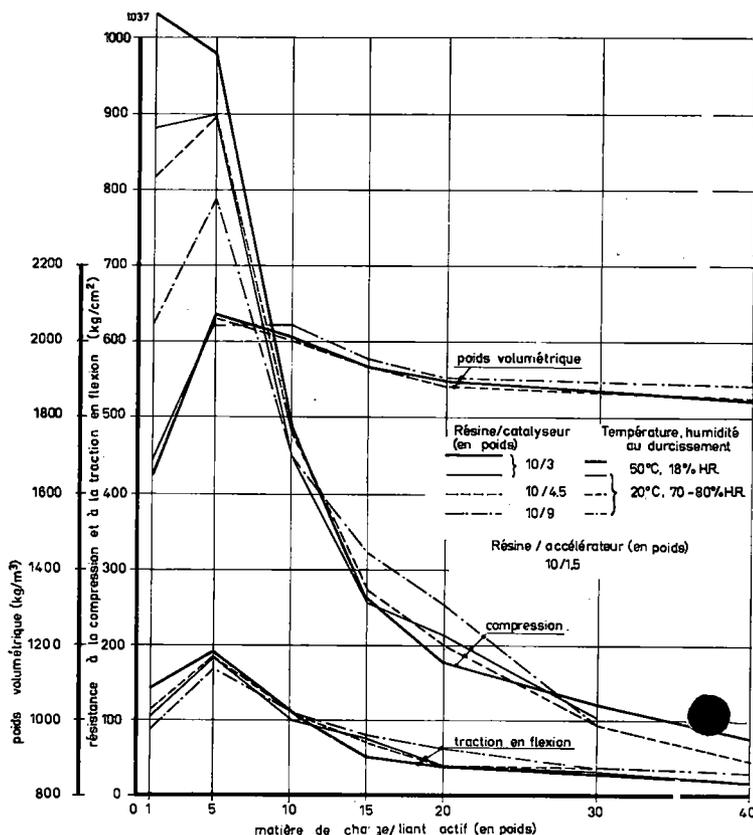


Fig. 2. — Béton de plastiques à base de résine polyester.

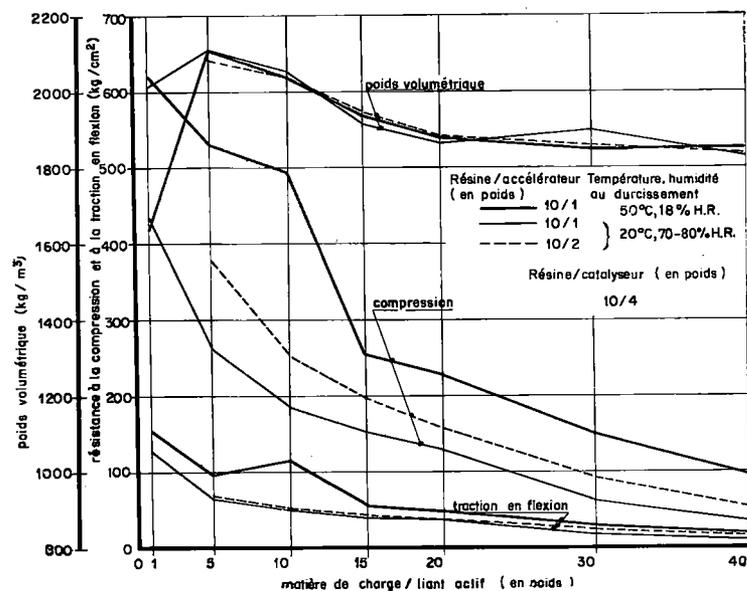


Fig. 3. — Béton de plastiques à base de résine furol-fural.

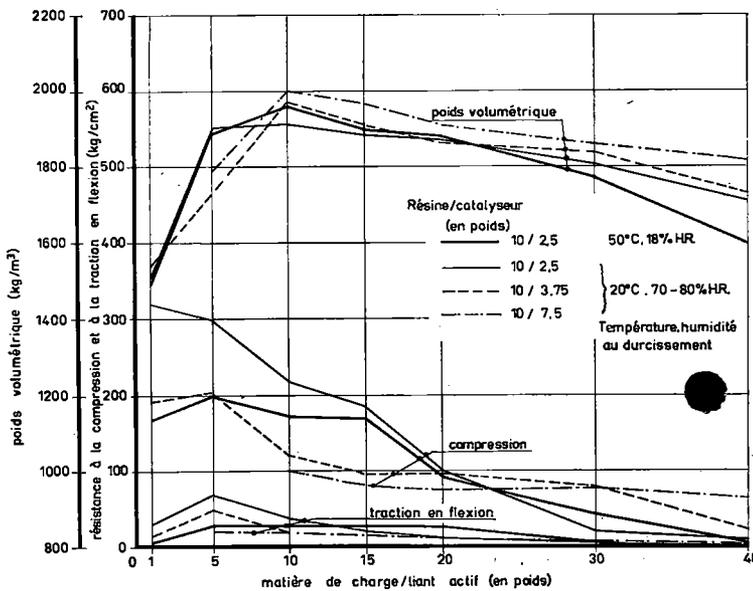


Fig. 4. — Béton de plastiques à base de résine phénol-formaldéhyde.

conformément à l'exposé fait par l'auteur au colloque de Liège (RILEM) en juin 1964 [1]. Pour les liants à base de résines de polymérisation (fig. 1 et 2), le phénomène est loin de se manifester de façon aussi nette. Exception faite de la résine de phénol-formaldéhyde, l'élévation de la température de durcissement à 50 °C environ est avantageuse. L'augmentation de la quantité de catalyseur dans les bétons à base de résines époxy, polyesters et de phénol-formaldéhyde fait diminuer les résistances dans le cas de mélanges à faible rapport charge/liant actif (premier intervalle) [1]; elle les fait au contraire augmenter légèrement dans le cas de rapports plus élevés (deuxième

et troisième intervalle). En ce qui concerne le béton à base de résines de furol-fural, une quantité d'accélérateur plus élevée fait augmenter légèrement les résistances lorsque le durcissement se poursuit à la température normale. Les variations du poids volumétrique de tous les bétons de plastiques indiquent nettement que le mélange le plus dense est réalisé au voisinage du rapport charge/liant actif de 5, ce qui détermine la limite entre le premier et le second intervalle (donc entre les systèmes à porosités discontinue et continue). Il ressort de ces résultats qu'il n'y a aucune proportionnalité entre la résistance et la teneur en liant.

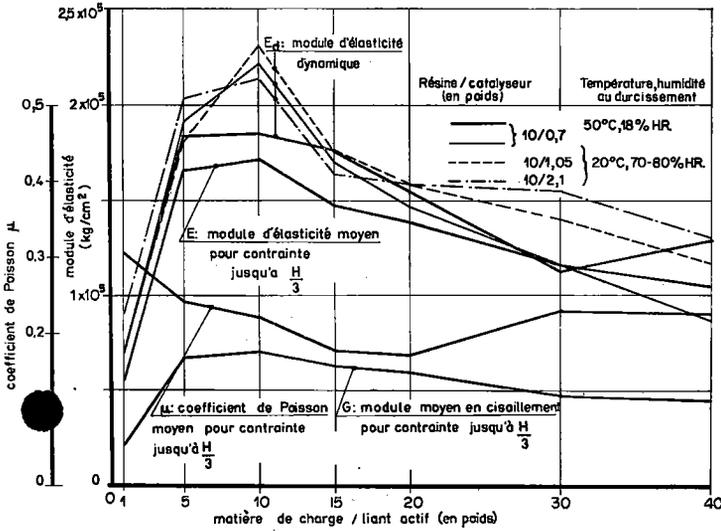


Fig. 5. — Béton d'époxyde.

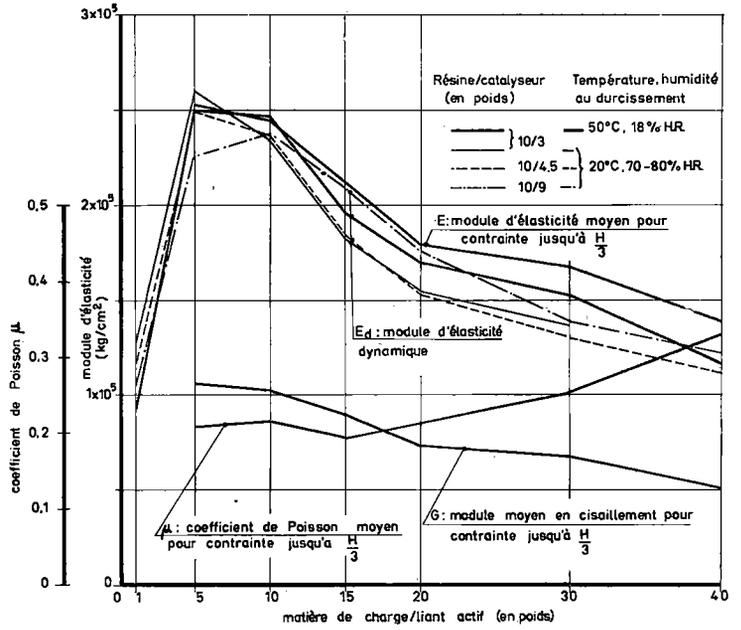


Fig. 6. — Béton de polyester.

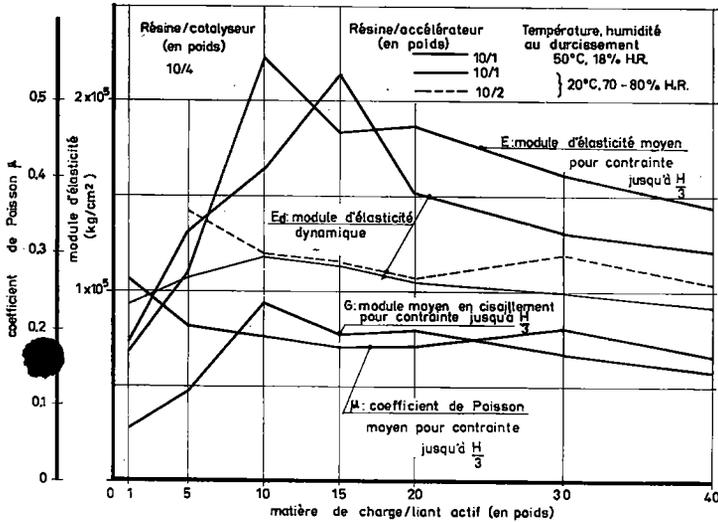


Fig. 7. — Béton de furul-fural.

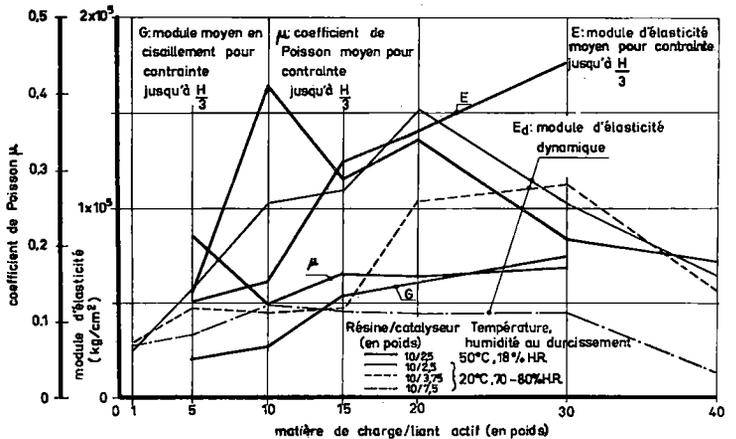


Fig. 8. — Béton de phénol-formaldéhyde.

**Module d'élasticité moyen,  
module d'élasticité dynamique,  
module de glissement et coefficient de Poisson**

Au point de vue des modules d'élasticité de tous les bétons de plastiques, les mélanges les plus avantageux sont ceux du deuxième intervalle; dans les systèmes à teneur plus faible en liant, l'influence favorable de la tension interne se manifeste déjà de façon plus nette que dans le mélange le plus compact. L'effet exercé sur les modules par l'augmentation de la quantité de cataly-

seur est semblable à celui exercé sur la résistance : le module décroît d'abord et augmente plus tard (dans les mélanges plus pauvres).

Dans le cas du béton à base de furul-fural l'influence de la conservation à une température plus élevée pendant le durcissement est très prononcée. Au point de vue de la stabilité des constructions, le coefficient de Poisson est le plus avantageux dans le deuxième et au début du troisième intervalle (au voisinage du rapport charge/liant actif de 15). Les valeurs absolues des modules d'élasticité sont en général suffisamment élevées pour permettre l'application des bétons dans les systèmes porteurs.

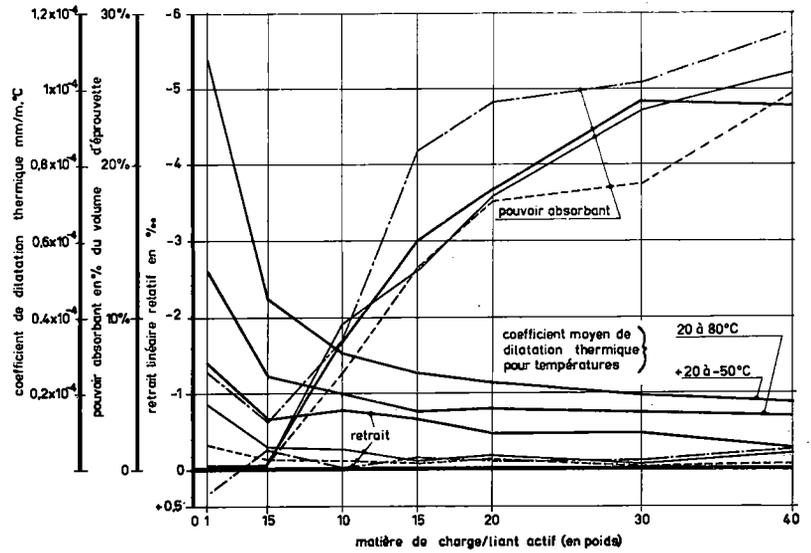


Fig. 9. — Béton d'époxyde.

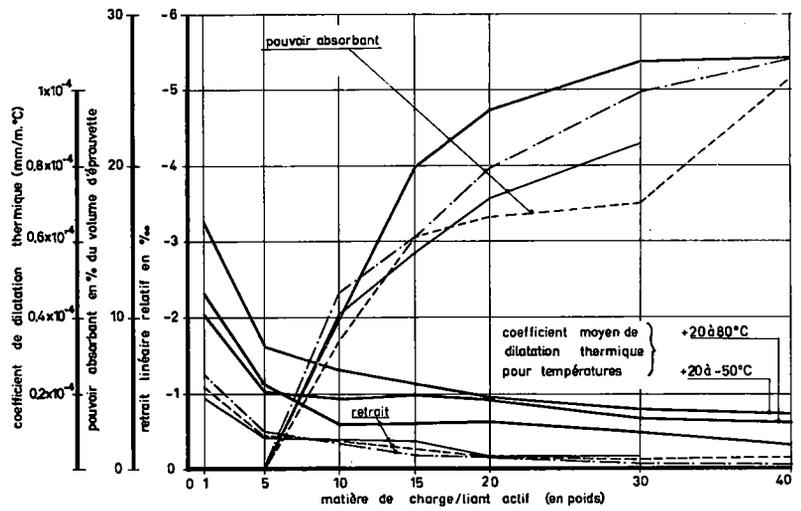


Fig. 10. — Béton de polyester.

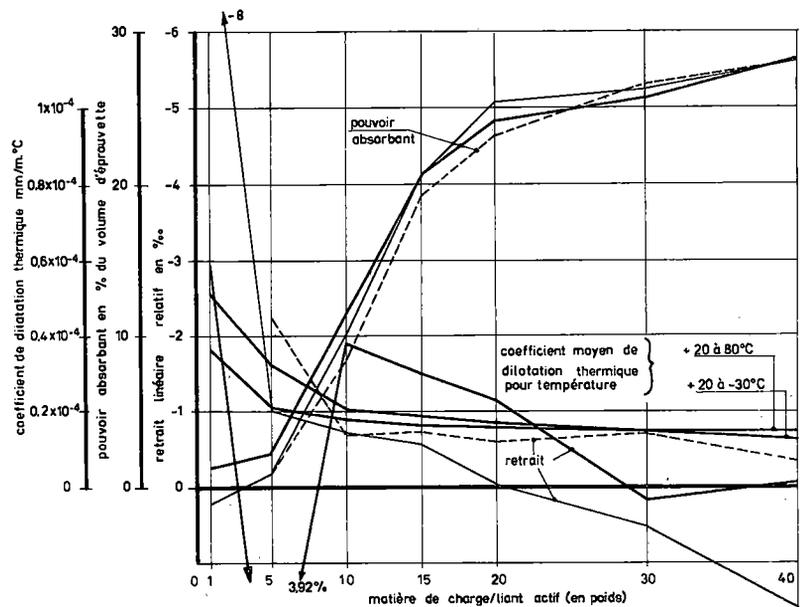


Fig. 11. — Béton de furofural.

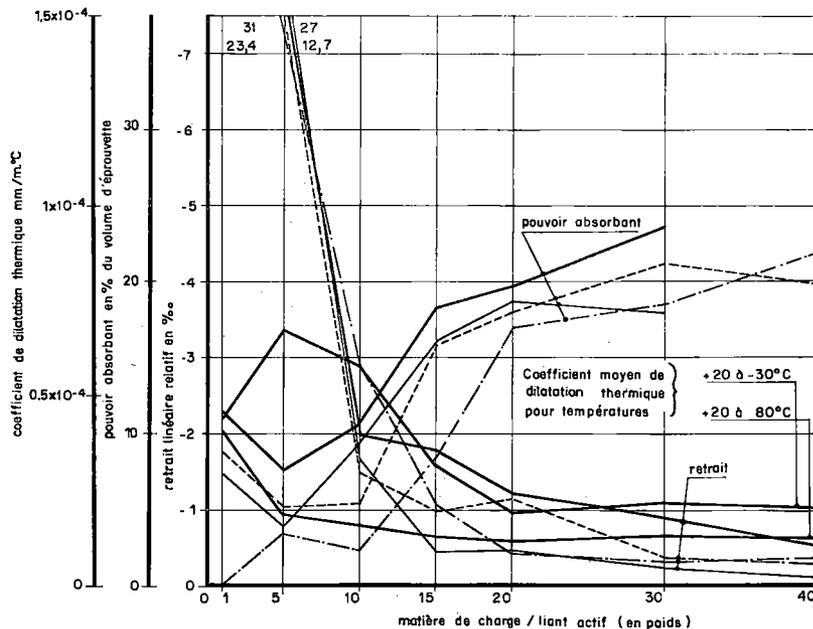


Fig. 12. — Béton de phénol-formaldéhyde.

### Porosité (pouvoir absorbant), retrait, coefficient de dilatabilité thermique

Dans tous les bétons de plastiques, sauf celui à base de résine de phénol-formaldéhyde, le pouvoir absorbant, minimal dans le premier intervalle, témoigne d'une porosité discontinue. La porosité (le pouvoir absorbant) commence à augmenter à partir du point à poids volumétrique maximal (fig. 1 à 4). Par contre, la résine de phénol-formaldéhyde elle-même accuse une porosité considérable dont l'effet se manifeste même dans les mélanges riches en liant. Seule une augmentation de 300 % de la quantité de catalyseur est capable de supprimer ce phénomène. Au mélange le plus compact (selon le poids volumétrique) correspond la porosité minimale.

Jusqu'à une certaine limite, l'augmentation de la quantité de catalyseur réduit légèrement la porosité d'abord, la faisant augmenter ensuite. En règle générale, la conservation à une température plus élevée fait augmenter légèrement le pouvoir absorbant, étant donné que la polymérisation accélérée fait croître la tension interne et élargit les pores. Le fait se manifeste de façon distincte en cas de retrait : la température plus élevée au cours du durcissement fait toujours augmenter la valeur finale du retrait. Dans le cas du béton à base de furol-fural, durcissant à une température plus élevée, une anomalie se manifeste dans la zone de passage entre le premier et le deuxième intervalle. Elle s'explique facilement si nous prenons en considération la dilatation thermique primaire du béton non durci, introduit dans un milieu où règne une température plus élevée et l'impossibilité du système de revenir, après le refroidissement, à l'état d'origine à la suite de l'accomplissement du durcissement. Le système est évidemment soumis à une tension interne considérable qui se traduit nécessairement par la réduction de la résistance et du module d'élasticité en cet endroit.

Le coefficient de dilatabilité thermique se trouve dans tous les cas entre des limites acceptables pour ce qui est des systèmes du deuxième et du troisième intervalle où il est du même ordre que celui du béton de ciment.

Par rapport à celui du béton de ciment, le retrait des bétons de plastiques est toujours d'un ordre plus élevé et constitue la cause principale des irrégularités différentes des propriétés mécaniques fondamentales (à la suite de la tension interne préjudiciable).

### Récapitulation

Les graphiques permettent d'établir, à notre avis, une certaine corrélation des résultats obtenus pour les différents bétons et d'en tirer nombre d'autres conclusions qu'il m'est impossible de développer en détail.

En récapitulant les notions d'un caractère général, nous pouvons constater que chaque propriété des bétons de plastiques est fonction :

- Des propriétés du liant, chaque propriété du liant représentant une certaine limite correspondant aux propriétés du béton et ne pouvant être dépassée que si la tension interne est particulièrement avantageuse (à l'égard de la propriété à déterminer).
- Du volume du liant dans le mélange, le volume du liant dans le mélange déterminant le degré d'influence des propriétés du liant sur celles du béton.
- Du pourcentage de vides de la charge, le rapport entre le volume du liant et celui des vides de la charge déterminant le degré de cohésion ou, au moins, la compacité du matériau. Du pourcentage de vides dépend en outre l'état de tension de la macrostructure en cas de sollicitation.
- De l'influence mutuelle mécanique du liant et de la charge dépendant des conditions de durcissement, les conditions de durcissement des bétons de plastiques déterminant la combinaison des propriétés apportées par les volumes introduits de liant et de charge, donc la tension interne primaire du matériau.
- De l'influence mécanique mutuelle du matériau et du milieu, le rapport entre le béton de plastiques et le milieu étant décisif pour la naissance de la tension interne secondaire dans le béton.

Au point de vue de la résistance chimique, le béton à base de résine de furol-fural est nettement supérieur aux autres; il résiste pratiquement à tous les hydracides et aux bases. C'est pourquoi il est particulièrement indiqué, au point de vue économique, pour l'application industrielle, où d'ailleurs les résistances mécaniques excessivement élevées ne sont pas nécessaires et exploitables.

## PROPOSITION D'UNE COMPOSITION CONVENABLE DE LA CHARGE (AGRÉGAT DE TOUT-VENANT)

Les rapports de mélange des différents composants constituent, outre le traitement et la conservation, le facteur principal influant sur toutes les propriétés du béton de plastique. Ce ne sont pas seulement les propriétés finales (prévues, idéales) qui importent, mais encore les différents états du mélange au cours de bétonnage : le mélange de béton doit avoir un certain âge minimal (période jusqu'au début du durcissement) conforme au procédé de fabrication adopté, la réaction de durcissement doit procéder de façon continue et uniforme et les rapports des mélanges doivent s'assortir de la maniabilité requise, conforme au mode de traitement adopté. Un des facteurs importants de la composition du mélange de béton est la composition de la charge, donc de l'agrégat tout-venant. Voici les principes fondamentaux de cette composition et quelques-uns des résultats obtenus.

Il est essentiel que le pourcentage de gravillons soit le plus élevé possible étant donné que les gravillons améliorent le module d'élasticité et les variations du volume et qu'ils sont bon marché. La quantité de sable doit cependant être au moins telle qu'il remplisse les intervalles entre les gravillons. La même règle s'applique au rapport fines et sable sans parler du fait que les fines peuvent faire office de charge du liant à condition que leurs granules soient plus petits que l'épaisseur moyenne de la couche de liant enveloppant des granules plus grands.

Par ailleurs, le pourcentage de vides du mélange gravillons-sable  $\mu$  (avec les fractions grossières de fines) et la surface spécifique intérieure du mélange doivent être minimaux. Or il est impossible de remplir les deux conditions à la fois; il importe donc d'adopter un mélange optimal dans lequel la surface spécifique intérieure conserve une valeur acceptable (ne dépassant pas en général 6 000 à 10 000 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> de mélange) pour un pourcentage de vides pratiquement accessible (par mélange de 3-5 fractions).

En règle générale, la composition appropriée du mélange doit être déterminée de façon purement empirique, pour chacun des cas individuels. Les différentes formules, basées sur des essais, ne donnent pas en général la meilleure composition du mélange.

Il est possible d'améliorer relativement la densité du tout-venant en conformant la composition du mélange à la courbe de granulométrie idéale, par exemple à la courbe EMPA.

$$P = 50 \left( \frac{d}{D} + \sqrt{\frac{d}{D}} \right)$$

où D est la taille des granules les plus gros du mélange, d la taille adoptée des granules

P le pourcentage en poids des granules plus petits que d.

Une amélioration essentielle de la densité ne s'obtient que par l'emploi de mélanges discontinus. Le principe est le suivant : dans un mélange de deux fractions, la majeure partie des granules de la fraction la plus fine doit entrer dans les intervalles de la fraction la plus grosse, ce qui limite la grandeur des granules des différentes fractions d'une part et leurs proportions d'autre part. Étant donné que, pratiquement, tous les granules de la fraction la plus fine ne parviennent pas dans les intervalles de la fraction la plus grosse (cela dépend en particulier de l'efficacité du traitement et de l'effet de paroi entre granules), il faut toujours faire appel à un certain excès de la fraction plus fine. Il ressort de nos essais que pour un tout-venant de rivière, ayant reçu un traitement convenable, le coefficient d'excès approprié est  $\alpha = 1,2$  (5).

Pour comparer l'influence de la granulométrie du tout-venant, il a été procédé à plusieurs expériences avec le béton à base de furol-fural. Les essais portaient sur 6 mélanges A-F dont les courbes de granulométrie sont indiquées figure 13 (6).

5. Pour les proportions des différentes fractions on a :

$f_1 : f_2 : f_3 \dots f_n = 1 : \alpha_1 \mu_1 : \alpha_2 \mu_1 \mu_2 : \dots : \alpha_{n-1} \mu_1 \mu_2 \dots \mu_{n-1}$   
et pour le pourcentage de vides final (à condition  $\alpha \geq 1$ )

$$\mu_{3n} = \frac{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_{n-1} \mu_1 \cdot \mu_2 \mu_3 \dots \mu_{n-1}}{1 + \mu_1 (\alpha_1 - 1) + \alpha_1 \mu_1 \mu_2 (\alpha_2 + 1) + \dots + \alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_{n-2} \mu_1 \mu_2 \dots \mu_{n-1} (\alpha_{n-1} - 1)}$$

Pour déterminer le mélange de tout-venant le plus dense, il est possible de procéder de la façon suivante :

a) On choisit la taille du granule le plus grand du gravillon  $D_1$ ; on choisit ensuite la taille du plus petit granule de la même fraction  $d_1$  entre les limites

$$\left( \frac{D_1}{1,5}; \frac{D_1}{2} \right);$$

b) On constate le poids  $G_1$  et le pourcentage de vides  $\mu_1$  d'un certain volume  $V_1$  de cette fraction tassée.

c) On choisit la taille du plus grand granule  $D_2$  d'une deuxième fraction, plus fine, selon la condition  $d_1 \geq 2,5 - 4 D_2$  et l'on choisit de nouveau la taille du plus petit granule  $d_2$  entre les limites

$$\left( \frac{D_2}{1,5}; \frac{D_2}{2} \right).$$

d) On choisit le volume de la deuxième fraction  $V_2$ , d'un poids de  $G_2$ , égal à  $\alpha_2 \mu_1$  ( $\alpha_2$  étant, selon ce qui précède, par exemple 1,2).

e) On mélange les deux fractions et l'on constate leurs volumes  $V_{1,2}$ , poids  $G_{1,2}$  et pourcentage de vides  $\mu_{1,2}$ .

f) On choisit, par analogie, la granulométrie et la quantité d'une troisième fraction, en partant du pourcentage de vides  $\mu_{1,2}$  etc.

Il suffit en général de faire un mélange de quatre fractions. Les proportions des différentes composantes sont, dans ce cas, basées sur les conditions suivantes :

$$G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = G_{1,2,3,4} = 1.$$

6. Les courbes A et B sont proposées conformément au procédé décrit, avec un coefficient d'excès de 1,1 ou 1,2. Les courbes C et D sont établies par tâtonnement, la première avec une prépondérance des parties fines. La courbe E est relative à un mélange de cailloux de rivière et le sable 1 : 1, la courbe F correspond au tout-venant naturel d'Elbe.

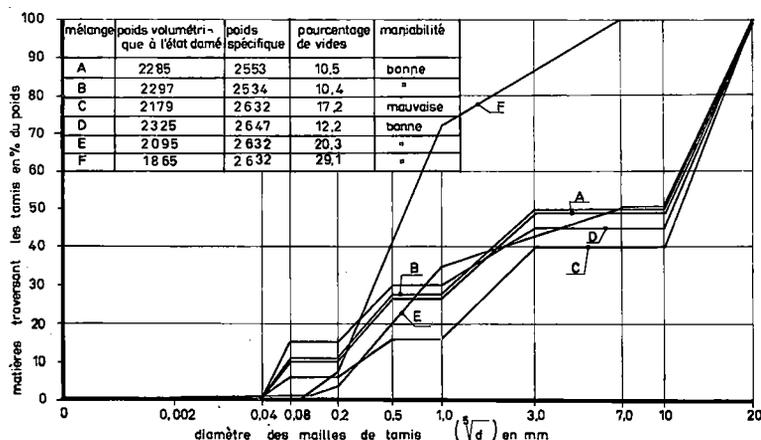


Figure 13

TABLEAU I

Mélange	A	B	C	D	E	F
Valeur						
Poids volumétrique du béton de plastiques frais à l'état tassé (kg/m <sup>3</sup> )	2 310	2 326	2 356	2 361	2 321	2 015
Température de l'air à la mise en œuvre (°C)	20,3	21,1	23,0	24,5	22,0	22,0
Humidité relative de l'air à la mise en œuvre (%)	66	69	70	74	48	48
Température de l'air en 24 heures (après le démoulage), pendant une période de 14 jours (°C)	40	40	40	40	40	40
Poids volumétrique de l'éprouvette après la mise en œuvre (kg/m <sup>3</sup> )	2 370	2 490	2 390	2 460	2 270	1 965
Poids volumétrique de l'éprouvette en 24 heures (après le démoulage) avant la mise en conservation à une température plus élevée (kg/m <sup>3</sup> )	2 360	2 380	2 380	2 445	2 265	1 965
Poids volumétrique avant l'essai (kg/m <sup>3</sup> )	2 345	2 375	2 370	2 440	2 245	1 940
Pouvoir absorbant (% du poids)	0,784	0,702	0,663	0,636	1,83	7,3
Pouvoir absorbant (porosité) (% du volume)	1,84	1,68	1,57	1,54	4,12	14,15
Résistance à la traction en flexion du béton de plastique séché (kg/cm <sup>2</sup> )	93,0	98,5	81	97	115	109
Résistance à la traction en flexion du béton de plastiques complètement saturé d'eau (kg/cm <sup>2</sup> )	57,0	80,5	61	87	73,5	32
Résistance en compression du béton de plastiques séché (kg/cm <sup>2</sup> )	351,5	440,2	407,2	476,5	431	390
Résistance en compression du béton de plastiques complètement saturé d'eau (kg/cm <sup>2</sup> )	271,5	431,2	446,1	517,5	334	131

Les résultats sont récapitulés sur la figure 13 pour ce qui est du mélange gravillons-sable et au tableau I pour ce qui concerne la résistance du béton à base de furol-fural. Les proportions en poids étaient les mêmes pour tous les mélanges : alcool furylique 10, aldéhyde furylique 1, catalyseur 0,75, tout-venant 120 parties en poids. Il s'agit d'un mélange avec rapport charge/liant actif de 12.

Le tableau I montre l'avantage indiscutable des mélanges discontinus servant à la préparation des bétons de plastiques. Il convient de souligner la porosité réduite et, partant, la durée élevée de tels bétons, sans parler des économies en matière de liant pour la mise en œuvre d'un béton de plastiques imperméable. Avec la quantité de liant utilisée les mélanges A-D constituent des bétons de plastiques dans le premier intervalle (dans la zone de porosité discontinue), le mélange E dans le deuxième intervalle (zone de porosité passagère) et le mélange F dans le troisième intervalle (zone de porosité continue).

L'adjonction de fines (micro-charge) convenables, dont la quantité ne dépasse pas 30-50 % du volume de la

fraction la plus fine entraîne une augmentation importante de la résistance à la traction (de 100 %) et à la compression (de 20-30 %). Elle entraîne en outre un déplacement favorable de la limite entre les porosités discontinue et continue vers les mélanges plus pauvres.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARES R., NAVRÁTIL J., BERKA L., JAVORNICKY J., « Practical application of synthetic constructive material as a result of exact definition of material properties », *International symposium on the research and reception tests of synthetic materials for construction*, R.I.L.E.M., Liège, 1964.
- [2] BARES R., NAVRÁTIL J., BERKA L., JAVORNICKY J., « Physico-mechanic properties of resin concrete », Discussion to the RILEM symposium by correspondance « Resin concrete », 1964.

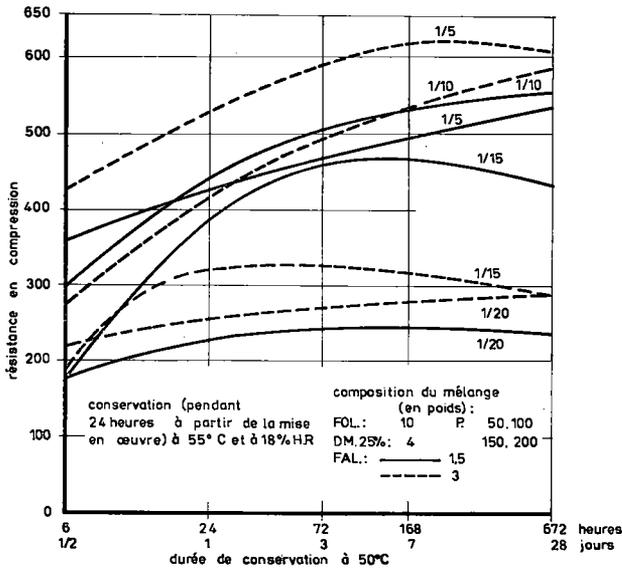


Fig. 1 a. — Variations de la résistance à la pression du béton en fonction de la durée de conservation à 50 °C et de la composition du mélange.

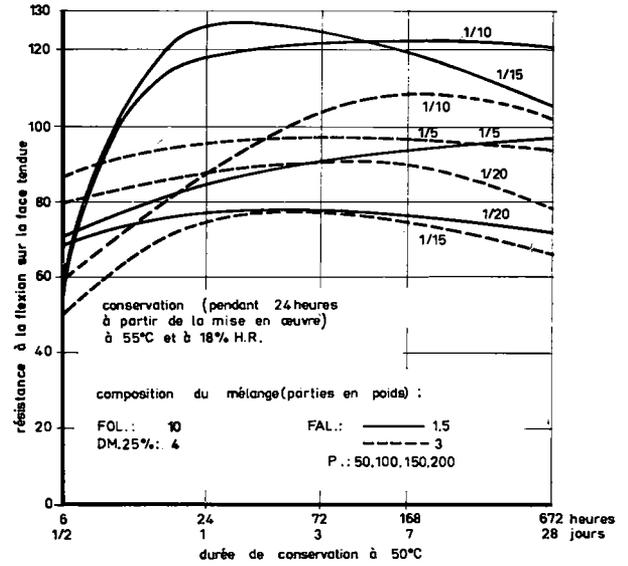


Fig. 1 b. — Variations de la résistance à la flexion sur la face tendue du béton en fonction de la durée de conservation à 50 °C et de la composition du mélange.

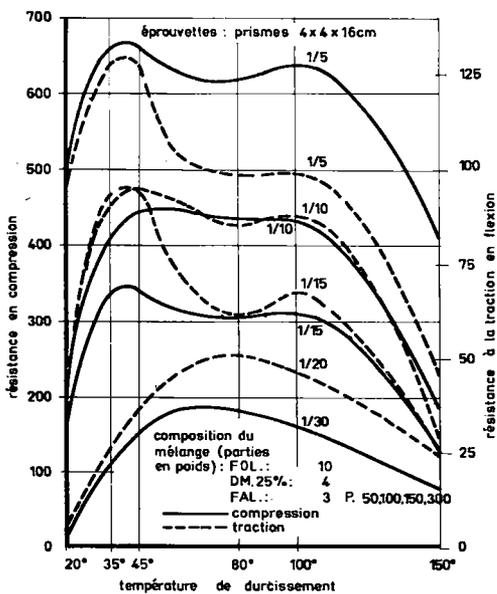


Fig. 2. — Variations de la résistance du béton en fonction de la température de durcissement et de la composition du mélange.

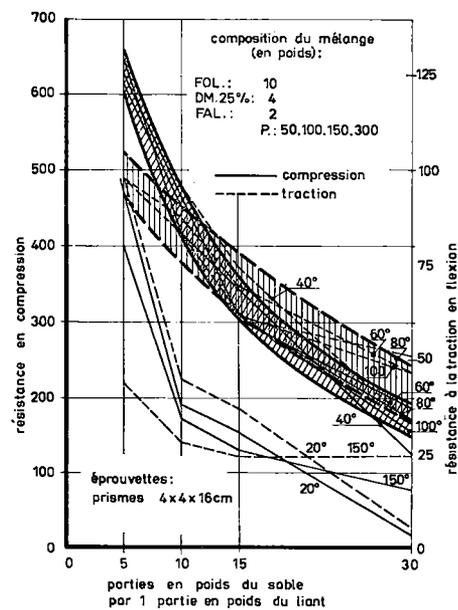


Fig. 3. — Variations de la résistance du béton en fonction de la composition du mélange et des températures de durcissement variées (la zone hachurée répond aux températures 40°-100° C pour la résistance en compression).