

# La composition des bétons de chaussée

---

*Cet article est relatif aux recherches et essais sur la composition des bétons de chaussée effectués aux Laboratoires d'Essais des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique Fluviale de l'Université de Liège, de 1949 à 1951, sous la direction de Monsieur Campus, Professeur, et de Monsieur Dantinne, Chargé de Cours.*

*Les recherches ont été effectuées sous le patronage de l'ancien Institut Belge pour le Progrès Technique de la Route « Via Perfecta » et subventionnées par l'I.R.S.I.A., « Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture », ainsi que par le Comptoir de Vente du Porphyre, la Fédération des Carrières de Grès, la Cimenterie Belge, le Groupement des Sablières et celui des Producteurs de Laitier.*

*Nous renvoyons le lecteur désireux d'obtenir des informations détaillées sur ces travaux aux procès-verbaux originaux qui peuvent être consultés à la bibliothèque du Centre de Recherches Routières (1) et à un rapport qui sera diffusé d'ici peu par le C.R.R. Les auteurs des recherches ont déjà publié des résultats de leurs travaux accompagnés de photographies de bétons dans la revue « Via » (2).*

---

(1) Bibliothèque du C.R.R. : 32, avenue A. Lancaster, Uccle.

(2) F. Campus : « Via » n° 12, p. 39 à p. 45 - 1951.

## PROGRAMME DE LA RECHERCHE.

Si le béton de chaussée généralement utilisé en Belgique et dénommé habituellement « béton Ponts et Chaussées » (3) a fait preuve d'une résistance suffisante et a subi avec succès l'épreuve imposée par le lourd charroi militaire au cours de l'hiver 1944-1945, il donne, toutefois, lieu à quelques critiques :

- une teneur élevée en agrégats fins et en ciment qui tend à donner aux dalles une surface de roulement dont le coefficient de frottement pneu/revêtement humide est peu élevé;
- l'incidence défavorable du fort dosage en ciment sur le prix de revient et sur le taux de retrait;
- l'emploi d'une grenaille de faible calibre (2/5) dont la production en grandes quantités est onéreuse;
- la composition exprimée en volumes apparents pour les matériaux inertes.

La Commission des Bétons de « Via Perfecta » a élaboré un programme de recherches ayant comme objectif principal de soumettre à des épreuves de laboratoire, divers bétons à granulation des agrégats et à dosage en ciment variables.

Eu égard à l'emploi des porphyres, grès ou laitiers, comme concasés, à l'intérêt que présentait l'examen du comportement d'un béton avec un sable belge vis-à-vis du béton habituel avec sable du Rhin, et au fait que les ciments P.H.R. et H.F.H.R. sont laissés, par le cahier général des charges, au choix de l'entrepreneur, la Commission des Bétons a compris dans son programme la confection des dalles expérimentales avec ces divers matériaux pour chacun des bétons étudiés.

De plus, la Commission a prévu des essais en vue de déterminer l'influence de la forme et des dimensions des éprouvettes sur la

---

(3) pierrailles	20/40	600 l.
pierrailles	5/20	300 l.
grenailles .	2/5	300 l.
sable .	0/2	300 l.
ciment	H.R.	450 kg

Ces quantités donnent très approximativement 1100 litres de béton frais, ce qui ramène le dosage en ciment à environ 415 kg/m<sup>3</sup>.

résistance à la compression ainsi que des essais visant l'influence de l'état des surfaces des éprouvettes, au contact des plateaux de la presse.

Le programme complet des essais peut être résumé comme suit :

### COMPOSITION DES BETONS.

- Béton I :** à éléments du squelette à granulation continue 0/40 du type « Ponts et Chaussées » dont la composition est définie plus haut (3).
- Béton II :** à éléments du squelette à granulation continue 0/20 (2/5; 5/10; 10/20) selon Faury, dosage en ciment : 350 kg par m<sup>3</sup>.
- Béton III :** à éléments du squelette à granulation continue 0/40 (2/5; 5/20; 20/40) selon Faury, dosage en ciment : 350 kg par m<sup>3</sup>.
- Béton IV :** à éléments du squelette à granulation discontinue 0/40 (20/40; 5/10) — composé en s'inspirant de la méthode Vallette — dosage en ciment : 350 kg par m<sup>3</sup>.
- Béton V :** à éléments du squelette à granulation continue 0/60 (40/60; 20/40; 5/20; 2/5) selon Faury, dosage en ciment : 350 kg par m<sup>3</sup>.
- Béton VI :** à éléments du squelette à granulation discontinue 0/60 (40/60; 5/10) selon Vallette, dosage en ciment : 350 kg par m<sup>3</sup>.
- Béton VII :** à éléments du squelette à granulation continue 0/60 (40/60; 20/40; 5/20; 2/5) selon Faury, dosage en ciment : 300 kg par m<sup>3</sup>.
- Béton VIII :** à agrégat à granulation discontinue 0/60 (40/60; 5/10) selon les indications de M. le Professeur Campus, dosage en ciment : 300 kg par m<sup>3</sup>.

Toutes les compositions ont été définies et exprimées en poids.

### CONFECTION DES DALLES.

Pour chacune des compositions, 8 dalles de 0,50 × 0,50 × 0,20 m ont été confectionnées en faisant varier la nature des constituants : pierrailles de porphyre et de grès, sable du Rhin et de Mont-Saint-Guibert, ciment P.H.R. et H.F.H.R.

De plus, à partir des compositions III à VI, ont été confectionnées des dalles à concassés de laitier avec les deux sables et les deux ciments précités.

D'autre part, huit dalles des bétons I à VIII, avec des pierrailles de porphyre, sable du Rhin et ciment P.H.R., ont été confectionnées et réservées à des essais de flexion par choc.

La travaillabilité des bétons a été déterminée en mesurant leur consistance avec un dispositif analogue à l'appareil Powers.

Après tâtonnements, la durée de vibration des dalles sur la table Vibrogir des laboratoires a été limitée à 3 fois celle adoptée pour l'essai Powers, soit à 2 minutes pour les bétons à granulation continue et à 3 minutes pour les bétons à granulation discontinue.

Notons immédiatement que le béton VIII, à granulation discontinue, a requis seulement un temps de vibration de deux minutes et demie.

### ESSAIS.

Après conservation jusqu'à l'âge de 56 jours, dans un local à température (20 à 21° C) et degré hygrométrique constants, ces dalles ont été utilisées pour exécuter les essais suivants :

- a. — **Essais de compression :** sur cylindres de 100 cm<sup>2</sup> de section et 10 cm de hauteur. Ces cylindres ont été prélevés au milieu de chaque dalle (2 cylindres par dalle) afin d'éviter les effets de parois pouvant influencer les résultats à la compression. Un des cylindres a été prélevé à la partie supérieure de la dalle, l'autre à la partie inférieure.  
Une série d'essais à 56 jours, une série d'essais à un an.
- b. — **Essais de flexion statique :** sur prismes de 16 cm de largeur, 20 cm de hauteur et 50 cm de longueur, prélevés par sciage, écartement entre les appuis 40 cm, charge de rupture concentrée sur une médiane au milieu de la portée.
- c. — **Essais de flexion par choc :** sur prismes de mêmes dimensions (3 prismes par dalle). On mesure au moment de la rupture la hauteur de chute d'un mouton pesant 5 kg tombant au milieu de la portée du prisme posé sur 2 appuis écartés de 40 cm. On atteint cette hauteur de rupture en laissant tomber le mouton au premier coup d'abord de 10 cm puis en augmentant la hauteur de chute de 10 cm pour chaque coup successif.

- d. — **Mesure du retrait :** la mesure du retrait a été faite au moyen d'un déformètre 1/1.000 de mm avec une base de mesure de 40 cm et relevée sur une face de chaque dalle jusqu'à l'âge de 56 jours.

### **ESSAIS COMPARATIFS D'ÉPROUVETTES DE FORMES DIFFÉRENTES.**

Trois dalles ont été confectionnées au moyen du béton VI; on a prélevé dans chaque dalle, à l'âge de 56 jours :

- 2 cubes de 16 cm de côté;
- 2 cubes de 10 cm de côté;
- 2 cylindres de 10 cm de hauteur et de 100 cm<sup>2</sup> de base.

### **INFLUENCE DE L'ÉTAT DE SURFACE DES ÉPROUVETTES.**

Avec un béton comprenant :

— gravier roulé 5/20 .	35 kg
— sable du Rhin 0/2	10 kg
— ciment P.H.R.	25 kg
— eau .	5,5 l

on a confectionné des cubes moulés de 16 cm de côté; ils ont été écrasés après 6 jours, les surfaces devant être mises en contact avec les plateaux de la presse étant :

- soit conservées telles qu'elles résultaient du moulage (299 kg/cm<sup>2</sup>),
- soit enduites d'huile de graissage (274 kg/cm<sup>2</sup>),
- soit enduites d'une pâte de ciment (254 kg/cm<sup>2</sup>),
- soit enduites d'un mortier à base de soufre (254 kg/cm<sup>2</sup>),
- soit détériorées au burin (226,5 kg/cm<sup>2</sup>),
- soit avec interposition d'un carton de 1 cm d'épaisseur entre les faces d'écrasement des éprouvettes et celles des plateaux (234 kg/cm<sup>2</sup>).

Ces essais n'ont pas pu servir à fonder des conclusions générales mais à arrêter le mode opératoire sans préparation des bases des éprouvettes cylindriques.

## **DALLES SPECIALES.**

Des épreuves de compression et de flexion statique telles que décrites ci-dessus ont été également effectuées sur deux autres dalles ayant la composition I avec concassés de grès, sable du Rhin et ciment P.H.R., en vue de se rendre compte de l'influence de la conservation sous l'eau, jusqu'à l'âge de 56 jours et de l'addition de chlorure de calcium, la conservation ayant lieu à l'air, dans le local à atmosphère conditionnée.

Une dalle du type à granulation discontinue 0/60 (selon Vallette) — béton VI — composée suivant la méthode appliquée aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris et conservée à l'air, a fait également l'objet d'essais de compression et de flexion statique.

\*  
\*\*

## **RESULTATS DES ESSAIS.**

### **A. — ESSAIS PROPUREMENT DITS.**

Les conclusions ci-après s'inspirent de celles présentées par MM. Campus et Dantine.

#### **Nature des matériaux.**

En ce qui concerne les pierrailles et les sables, les essais ne permettent guère de faire des discriminations; quant aux ciments, le P.H.R. a fait preuve de bonne qualité, tandis que le H.F.H.R. s'est montré fort irrégulier, mais il n'était pas d'aussi bonne qualité que le P.H.R.

Notons en particulier que le sable de Mont-Saint-Guibert, plus fin que le sable du Rhin, exige plus d'eau, de même les pierrailles de grès ont demandé un peu plus d'eau que celles de porphyre, tandis que celles de laitier en exigeaient sensiblement plus.

#### **Dosage en eau.**

Le dosage le plus faible est celui des bétons I, le plus élevé est celui des bétons VIII, alors que ces derniers ont présenté les plus grandes résistances, soit en valeur absolue, soit rapportées au kg de ciment.

#### **Dimensions maximum des concassés.**

Le passage de 40 à 60 mm n'influe pas sur les résistances, le maximum de 20 mm paraît défavorable.

### **Granulation.**

Les bétons à granulation discontinue ont fait preuve des plus grandes résistances.

### **Proportion des divers agrégats.**

A titre d'exemple : les bétons I et II sont formés des mêmes constituants; le béton I contient 415 kg de ciment par m<sup>3</sup> et le béton III n'en contient que 350, le béton III différant du béton I par une plus forte proportion de gros éléments. La résistance du béton III est généralement plus élevée que celle du béton I.

### **Maniabilité.**

Pour les dosages indiqués, la granulation continue des agrégats a donné aux bétons une plus grande maniabilité que la granulation discontinue. Toutefois, pour les bétons Vallette, de légères modifications apportées aux teneurs en sable et en pierrailles et pour le béton VIII un accroissement du dosage en ciment peuvent remédier à cet inconvénient dans la mesure où le matériel de mise en œuvre sur le chantier l'exige.

### **Quantité de ciment.**

L'influence du dosage en ciment peut être caractérisée en considérant le rapport  $R'_p/c$  : le béton I présente les plus petites valeurs (1,26) tandis que les bétons à 350 et même à 300 kg par m<sup>3</sup> donnent les valeurs les plus élevées, notamment le béton VIII qui atteint 2,46.

### **Résistance à la flexion.**

Tous les bétons essayés ont une résistance assez élevée tant aux essais de flexion statique qu'aux essais de flexion par choc. La diminution de la quantité de ciment n'a pas été défavorable à la flexion, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer.

### **Retrait.**

Le retrait spécifique à l'âge de 56 jours a varié entre 0,475 et  $0,95 \times 10^{-4}$ , dans les conditions de conservation précitées. On n'a pu relever aucune loi de variation en fonction des éléments de la composition.

## **B. — ESSAIS SPECIAUX.**

### **Forme des éprouvettes.**

La forme et les dimensions des éprouvettes n'ont pas fait apparaître de grandes divergences dans les résultats; toutefois, on a constaté que les éprouvettes cylindriques ont donné les résistances les plus élevées.

### **Etat de surface des éprouvettes.**

Les résultats des essais de résistance à la compression sont repris entre parenthèses à la page 41.

### **Conservation sous eau et addition de $\text{CaCl}_2$ (avec conservation à l'air).**

Elles ont eu pour effet d'accroître, comme prévu, les résistances à 56 jours et à un an. Des essais à deux ans n'ont donné lieu à aucune observations.

### **Béton Vallette dosé suivant la méthode du Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris.**

Les résultats sont pratiquement identiques à ceux de la dalle correspondante dosée suivant l'autre méthode.

\*  
\* \*

À la lumière de ces essais, la possibilité apparaît de recourir pour les bétons routiers à des compositions moins riches en ciment (de l'ordre de 300 à 350 kg par m<sup>3</sup>) et plus riches en gros agrégats que la composition actuelle des Ponts et Chaussées, le rapport de la valeur de la résistance à la compression au poids de ciment étant notablement augmenté. Les granulations discontinues étant supérieures à ce point de vue aux granulations continues, il y aura lieu toutefois de se préoccuper de l'obtention d'une possibilité de mise en œuvre comparable à celle du béton Ponts et Chaussées : l'addition de plastifiants au béton pourrait à ce sujet être intéressante; elle devrait toutefois faire l'objet d'une étude préalable assez importante.