**2 -Les bétons à résistance graduée**

Lorsque le besoin consiste à remplir un volume donné (cavités, tranchées, vide annulaire entre le revêtement préfabriqué et le diamètre d’excavation du tunnel) avec un matériau auquel on demande de présenter une mise en œuvre simple, des caractéristiques mécaniques similaires à celle d’un (très) bon sol et de ne pas présenter de tassements différés, il peut être fait avantageusement appel à des bétons de comblement de cavités. Des besoins similaires avec, en sus, une exigence de faible perméabilité du produit fini peuvent également apparaître pour la réalisation de parois en béton étanches.

Enfin, selon le niveau de sollicitations appliqué sur une structure donné, le niveau de performance mécanique du béton devra être adapté, dans une gamme de résistance à la compression comprise entre 20 et 200 MPa, par le biais du choix des constituants et de la formulation du béton.

**2.1- Les bétons de comblement de cavités**

Ces matériaux se caractérisent par une faible (voire très faible) résistance mécanique requise, une durée pratique d’utilisation (DPU) maximale, de gros volumes mis en œuvre et donc impérativement un prix unitaire optimisé.

1. ***Les remblais auto-compactant***

Utilisés pour le remblaiement de tranchée, ces matériaux doivent être mis en place sans compactage ni vibration. Ils doivent de surcroit rester réexcavables avec des moyens classiques à long terme, ainsi leur résistance mécanique sera comprise entre 0.5 et 2 MPa et pas plus. Il s’agit de produits comportant entre 25 et 100 kg/m 3 de liant hydraulique et généralement un puissant générateur d’air entraîné (> 20 % d’air occlus) permettant de minimiser les coûts. Il existe deux catégories de produits :

* ***Les produits essorables***

La capacité portante est essentiellement obtenue par évacuation dans le terrain d’une large proportion de l’eau de gâchage qui, étant surabondante, confère initialement au béton une très grande fluidité. Ces produits sont adaptés aux terrains perméables, et pour des fouilles de largeurs limitées.

* ***Les produits non-essorables***

La capacité portante est obtenue par la prise et le durcissement du liant, la fluidité du produit à l’état frais étant obtenue par l’utilisation d’un superplastifiant.

1. ***Les mortiers de bourrage pour tunnelier***

Les mortiers de bourrage sont utilisés pour le comblement du vide annulaire laissé entre les voussoirs en béton et le terrain lors du creusement d’un tunnel par un tunnelier (appelé également TBM (Tunnel Boring Machine)). Ils doivent présenter certaines caractéristiques rhéologiques et mécaniques à court et long terme pour garantir un parfait comblement du vide annulaire existant autour des voussoirs, avec comme points forts :

* Une ouvrabilité et DPU compatibles avec les moyens de mise en œuvre du produit (> 12 heures) (figure 6).
* Une cohésion à court terme après injection derrière les voussoirs (calage et support des voussoirs préfabriqués) (figure 7).
* Des performances mécaniques suffisantes, mais non surabondantes à long terme (de l’ordre de 1 MPa).

Les mortiers de bourrage semi-actifs sont formulés avec de faibles quantités de liant (ciment ou chaux hydraulique) (< 50 kg/m 3), compensés par de fortes quantités de fines (< 0.063 mm) (cendres volantes, fillers calcaires, sable fillérisé) et un volume d’eau adapté, afin d’obtenir un rapport entre le volume des fines et l’eau voisin de 0.65. L’utilisation d’un retardateur de prise est généralement nécessaire pour garantir la très longue DPU requise.

**2.2- Les bétons étanches**

Certains chantiers peuvent nécessiter la réalisation de parois étanches, comme par exemple sous le corps d’un barrage ou pour un diaphragme permettant le démarrage d’un tunnelier dans un milieu saturé en eau. Pour ces applications on utilise des bétons formulés en incorporant une certaine quantité de bentonite afin de conférer au béton à l’état durci une faible perméabilité à l’eau et en contrepartie une faible résistance mécanique (entre 1 et 10 MPa).

Leurs principales caractéristiques à l’état frais sont similaires à celles des bétons de fondations profondes non vibrés.

**2.3- Les bétons de bâtiment ou de génie-civil**

Les chantiers de bâtiment et /ou de génie-civil utilisent de grandes quantités de bétons traditionnels de gamme de résistance mécanique comprise entre C20/25 à C50/60 dont le niveau de performance dépend de la qualité intrinsèque des constituants (granulats, liant) et des paramètres de formulation (notamment le dosage en liant ( typiquement compris entre 280 et 380 kg/m3) et le rapport Eau efficace / L liant équivalent, appelé E / C par la suite, (généralement compris entre 0.60 et 0.45)) selon le niveau de performance requis.

**2.4- Les BHP**

Certaines parties d’ouvrages fortement sollicitées (poteaux, poutres de grandes portées, ouvrages précontraints) ou présentant des exigences de durabilité accrues peuvent nécessiter l’utilisation de bétons présentant une forte compacité et des performances mécaniques élevées. On peut alors avoir recours aux bétons de Hautes Performances (BHP) correspondent à la gamme C60 /75 à C80/95. Les BHP sont formulés avec une plus forte quantité de liant que les bétons ordinaires (typiquement entre 380 et 420 kg/m3) et un faible rapport E/C (< 0.40). Ils contiennent souvent une certaine proportion de fumées de silice (5 à 8 % du poids de liant) et l’utilisation d’un superplastifiant est obligatoire.

**2.5 -Les BFUHP**

Cette nouvelle génération de matériaux cimentaires présente des performances d’un ordre de grandeur supérieur en mécanique et de deux à trois supérieurs en termes de durabilité que les bétons dits classiques. L’ajout de fibres métalliques permet de limiter le caractère fragile de la matrice cimentaire en compression et confère au matériau une certaine ductilité.

Les Bétons Fibrés à Ultra Hautes Performances (B FUHP) sont caractérisés par la très faible quantité d’eau qu’ils contiennent (E/C < 0.2) grâce à l’emploi d’un superplastifiant à fort dosage et par l’optimisation de l’empilement granulaire (le D max est généralement < 2 mm).