

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I - LE BETON AUTOPLAÇANT : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 1.1: Constituants d'un béton ordinaire et d'un béton autoplaçant	13
Figure 1.2 : Phénomène de blocage des granulats	14
Figure 1.3 : Essai d'étalement pour les BAP	26
Figure 1.4 : Essai de la boîte en L	27
Figure 1.5 : Essai de stabilité au tamis	28
Figure 1.6 : Anneau d'armatures (J-Ring)	29
Figure 1.7 : Schématisation de l'essai de l'entonnoir (V-funnel)	30
Figure 1.8 : Schématisation de l'essai du tube en U	32
Figure 1.9: Schématisation de l'essai du caisson	32
Figure 1.10 : Schématisation de l'essai de passoire	33
Figure 1.11 : Essai de la colonne	34
Figure 1.12 : Dispositif de l'essai de la colonne LMDC	35
Figure 1.13 : Essai à la bille	36
Figure 1.14 : Effet de la teneur en agent colloïdal sur les propriétés des bétons avec 3% FS + 20% CV (tassement sur colonne de 70 cm de hauteur)	41
Figure 1.15 : Nomographe de l'estimation de la contrainte de cisaillement et de la viscosité plastique des résultats de l'étalement d'un béton autoplaçant	42
Figure 1.16 : Développement des résistances à la compression en fonction du temps	44
Figure 1.17 : Évolution des résistances en fonction du temps et du taux de substitution du ciment par les fillers calcaires	44

CHAPITRE II – MATERIAUX, MATERIELS ET METHODES

Figure 2.1 : Ciment pouzzolanique composé (CPA CEM II/A)	53
Figure 2.2 : Fillers et mélange Fillers en substitution au ciment	54
Figure 2.3 : Analyse minéralogique du filler par DRX	55
Figure 2.4 : Courbe granulométrique du sable utilisé	57
Figure 2.5: Sable concassé 0/3,15	57
Figure 2.6: Sable et Gravier utilisés	58
Figure 2.7 : Courbe granulométrique des graviers utilisés	58
Figure 2.8 : Exemple de mélange (G/S = 1)	59
Figure 2.9 : Mini-cône pour la mesure de l'étalement	60
Figure 2.10 : corrélation entre viscosité, étalement et temps	61

Figure 2.11-a: Corrélation écoulement – étalement	61
Figure 2.11-b: Corrélation étalement – seuil de cisaillement	61
Figure 2. 12-a : Comparaison entre le diamètre d'étalement au mini-cône et la résistance au cisaillement	62
Figure 2. 12-b : Comparaison entre le temps d'écoulement au cône de Marsh et la viscosité apparent	62
Figure 2.13: Corrélation seuil – écoulement – capacité de remplissage	63
Figure 2.14 : Cône de Marsh (à gauche schéma représentatif, dimensions en mm)	63
Figure 2.15 : Mise en évidence de la perte de linéarité	64
Figure 2.16 : Dispositif de mesure de l'eau retenue par les granulas	67
Figure 2.17: Dispositif de mesure de la compacité	70
Figure 2.18: Essais de Boite en L « L-Box »	70
Figure 2.19 : Essais d'étalement au Cône d'Abrams et essai de stabilité au tamis	71
Figure 2.20: Corrélations entre paramètres rhéologiques d'un BAP	72

CHAPITRE III – ESSAIS PRELIMINIAIRES

Figure 3.1 : Approche expérimentale	77
Figure 3.2 : Schéma descriptif de la démarche expérimentale	79
Figure 3.3 (a et b) : Aspects visuels des pâtes confectionnées	82
Figure 3.3 (c et d) : Aspects visuels des pâtes confectionnées	83
Figure 3. 4 : variations des réponses en fonction des paramètres de composition	86
Figure 3. 5 : Seuil de cisaillement en fonction de la concentration volumique en solide	87

CHAPITRE IV – ANALYSE PAR PLANS DE MELANGES

Figure 4.1: Définition du domaine d'étude	92
Figure 4.2: Forme unilatérale gauche	102
Figure 4.3: Forme unilatérale droite	102
Figure 4.4: Forme bilatérale	103
Figure 4.5: Forme bilatérale avec tolérance	103
Figure 4.6 : Fonction de désirabilité de la réponse "Étalement"	104
Figure 4.7 : Fonction de désirabilité de la réponse "Écoulement"	105
Figure 4.8 : Concentrations de la réponse Y_1	105
Figure 4.9 : Concentrations de la réponse Y_2	105

Figure 4. 10: Représentation du digramme ternaire	109
Figure 4. 11: Exemples de variation de la réponse étalement en 2D et 3D	110
Figure 4. 12: Exemples de variation de la réponse écoulement en 2D et 3D	111
Figure 4. 13 : Diagrammes ternaires des variations des réponses dans le plan	114

CHAPITRE V – CARACTERISATION DES GRANULATS

Figure 5.1 : Dispositif de mesure de l'eau retenue par les granulats	118
Figure 5.2 : Exemple de courbe de filtration	119
Figure 5.3 : courbe de filtration du mélange sable-gravier avec $G/S = 0.8$	122
Figure 5. 4 : courbe de filtration du mélange sable-gravier avec $G/S = 1$	122
Figure 5. 5 : courbe de filtration du mélange sable-gravier avec $G/S = 1.2$	123
Figure 5.6 : Schéma illustrant la notion de compacité	126
Figure 5.7 : L'effet de desserrement et l'effet de paroi	130

CHAPITRE VI – REALISATION DES BETONS AUTOPLACANTS

Figure 6. 1 : Schéma illustrant la démarche de formulation d'un BAP.	134
Figure 6. 2 : Procédure de confection d'un BAP par ajout de granulats secs et malaxage	141
Figure 6. 3 : Exemple de BAP sec (à gauche) et un peu ferme (à droite), $G/S = 0.8$	141
Figure 6. 4 : Exemple de BAP fluide (à gauche) et ségrégré (à droite), $G/S = 1$	142
Figure 6. 5 : Après confection, passage aux essais de caractérisation, $G/S = 1.2$	142
Figure 6. 6 : Schématisation de la pâte en excès	146
Figure 6. 7 : Mise en évidence de la pâte en excès	146
Figure 6. 8 : Composition volumique d'un béton	147
Figure 6. 9: Détermination de la pâte en excès	148
Figure 6. 10 : Organigramme de calcul de l'épaisseur de la pâte en excès	149
Figure 6. 11: Proportionnalité entre diamètres des grains et épaisseurs en excès	151
Figure 6. 12: Variation du paramètre "k" en fonction du diamètre moyen (D_M)	153
Figure 6. 13: Zone de variation du paramètre "k"	154
Figure 6. 14: Variation du paramètre "k" en fonction de G/S	157
Figure 6. 15: Proportion de l'eau retenue par le squelette granulaire	158