

## Sommaire

|  |    |
|--|----|
| Composition du groupe de travail .....   | 3  |
| 1 Généralités sur le comportement sismique des structures.....                                     | 6  |
| 1.1 Introduction .....   | 6  |
| 1.2 La réglementation relative à la prévention du risque sismique .....                            | 7  |
| 1.2.1 Le zonage sismique de la France.....   | 8  |
| 1.2.2 Les catégories d'importance .....  | 9  |
| 1.2.3 Les classes de sol.....  | 10 |
| 1.2.4 L'action du séisme .....   | 11 |
| 1.3 Les règles de construction parasismique .....  | 12 |
| 1.3.1 Règles applicables aux bâtiments à risque normal.....  | 12 |
| 1.3.2 Règles applicables aux ponts.....  | 15 |
| 1.3.3 Règles applicables aux ouvrages et bâtiments à risque spécial.....                           | 15 |
| 1.4 Exigence de performance et critères de conformité .....  | 17 |
| 1.4.1 Définition des Etats limites selon EC8-3 .....   | 17 |
| 1.4.2 Rappel des classes de ductilité .....  | 18 |
| 2 Renforcement parasismique par PRF de structure en béton .....                                    | 20 |
| 2.1 Les pathologies types des structures en béton armé sous sollicitations sismiques....           | 20 |
| 2.1.1 Rupture par cisaillement.....  | 20 |
| 2.1.2 Rupture et endommagement sous flexion composée .....   | 21 |
| 2.1.3 Rupture par plastification des zones critiques.....  | 22 |
| 2.1.4 Synthèse .....   | 22 |
| 2.2 Stratégies de renforcement .....   | 23 |
| 2.3 Apport des matériaux composites.....   | 24 |
| 2.3.1 Généralités sur les matériaux composites .....   | 24 |
| 2.3.2 Constitution des principaux types de PRF .....   | 25 |
| 2.4 Différentes applications pour les PRF (Polymères Renforcés de Fibres) .....                    | 28 |
| 2.4.1 Renforcement à l'effort tranchant .....  | 30 |
| 2.4.2 Le chemisage par matériaux composites.....   | 31 |
| 2.4.3 Renforcement à la flexion .....  | 34 |
| 2.4.4 Rappel succinct sur du mode de ruine par décollement des PRF.....                            | 35 |
| 2.4.5 Synthèse et évolution de ces solutions .....   | 35 |
| 2.5 Exemples de renforcement des structures utilisant des renforcements parasismiques par PRF..... | 39 |
| 3 Méthodes de modélisation des structures en béton .....   | 42 |
| 3.1 Loi de comportement des matériaux composites .....   | 42 |
| 3.2 Définition des méthodes d'analyse.....   | 42 |
| 3.2.1 Méthodes d'analyse numérique .....   | 42 |
| 3.2.2 Précautions sur le choix des analyses.....   | 46 |
| 3.2.3 Méthodes de modélisation.....  | 47 |
| 3.2.4 Conclusion.....  | 50 |
| 4 Dimensionnement d'un renforcement PRF.....   | 51 |
| 4.1 Introduction .....   | 51 |
| 4.2 Domaine d'application, normes, références et notations .....                                   | 51 |
| 4.2.1 Normes et références .....   | 51 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| ▪     | Notations.....   | 52  |
| ▪     | NB : les parties de texte en bleu sont des modifications apportées au texte de l'Eurocode .....  | 54  |
| 4.3   | Actions et sollicitations .....  | 54  |
| 4.4   | Valeurs de calcul des propriétés des renforts PRF .....  | 54  |
| 4.5   | Renforcement vis-à-vis de l'effort normal et de la flexion composée .....  | 55  |
| 4.5.1 | Confinement .....  | 55  |
| 4.5.2 | Cas du renforcement vis-à-vis de la flexion composée.....  | 66  |
| 4.6   | Renforcement par PRF vis-à-vis de l'effort tranchant.....  | 72  |
| 4.6.1 | Section rectangulaire .....  | 73  |
| 4.6.2 | Section circulaire.....  | 81  |
| 4.6.3 | Contribution du composite à la résistance à l'effort tranchant dans le cas des chargements cycliques au droit d'une rotule plastique ..... | 81  |
| 4.6.4 | Exemple de calcul 1 : Poteau court .....   | 82  |
| 4.6.5 | Exemple de calcul 2 : Voile court .....  | 84  |
| 4.6.6 | Analyses de sensibilité fiabiliste et calibration de coefficients de sécurité à partir des équations de dimensionnement .....              | 86  |
| 5     | Dispositions constructives.....  | 89  |
| 5.1   | Dispositions constructives pour la flexion.....  | 89  |
| 5.2   | Dispositions constructives pour le confinement.....  | 90  |
| 5.3   | Dispositions constructives pour le cisaillement.....   | 90  |
| 5.4   | Ancrages .....   | 91  |
| 5.4.1 | Généralités.....   | 91  |
| 5.4.2 | Modes de rupture.....  | 92  |
| 5.4.3 | Essais de caractérisation.....   | 93  |
| 5.4.4 | Propositions de calcul.....  | 98  |
| 5.4.5 | Dispositions constructives.....  | 100 |
| 6     | Conclusions .....  | 101 |
|       | ANNEXES .....  | 102 |
|       | ANNEXE 1 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....  | 103 |
|       | ANNEXE 2 : ETUDE DE CAS .....  | 109 |
|       | ANNEXE 3 : ANALYSES DE SENSIBILITE A PARTIR DES EQUATIONS DE DIMENSIONNEMENT, EXEMPLE DU CISAILLEMENT .....                                | 126 |
| 6.1.1 | Analyse de sensibilité locale .....  | 127 |
| 6.1.2 | Analyse de sensibilité globale .....   | 131 |
| 6.1.3 | Analyse de sensibilité fiabiliste.....   | 132 |
| 6.1.4 | Autre études sensibilistes .....   | 135 |