

# Concevoir, construire et gérer des structures durables en béton

Approche performantielle et évolutions normatives

---

## Normes d'exécution des ouvrages en béton

### La révision du fascicule 65 du CCTG

Eric OLLINGER, Cerema/DTecITM



ENPC Marne-la-Vallée - 23 octobre 2014

# Sommaire

- Objectifs
- Méthode de travail
- Présentation du document

# Objectifs

# Objectifs

- Origine : le projet RGC 2010 => évolution du CCTG pour prendre en compte la normalisation européenne
- Décisions du comité sectoriel « ouvrages d'art » :
  - Les fascicules « matériau » ont vocation à disparaître au profit de normes européennes
  - Les fascicules « conception » ont vocation à disparaître au profit des Eurocodes
  - Les fascicules « exécution » doivent être refondus pour être des compléments aux normes européennes (hiérarchie : norme > AN > CCTG > CCTP)
- Le fascicule 65 doit donc devenir un texte d'application de la norme NF EN 13670/CN
- Mandat confié au CTOA du Sétra en janvier 2011 pour la révision des fascicules du domaine « ouvrages d'art », dont le fascicule 65

# Objectifs

- Autres objectifs fixés par RGC 2010 :
  - Harmonisation des clauses relatives à la qualité et à l'environnement sur l'ensemble des fascicules du CCTG
  - Suppression de la partie gauche « Commentaires »
- Objectifs techniques :
  - Prise en compte des évolutions normatives
  - Introduction de l'approche performantielle
  - Développement durable

# Méthode de travail

# Méthode de travail

- Lancement du GT « Fascicule 65 » en avril 2011, composé de représentants :
  - des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre publics et privés (CG, EDF, Systra...)
  - des entreprises (FNTP, Vinci...)
  - des fabricants de matériaux et produits (SNBPE, CERIB...)
  - du réseau scientifique et technique du MEDDE (Cerema, IFSTTAR...)
- Choix d'un sommaire calé sur les 10 chapitres de la norme + un 11<sup>ème</sup> sur les peintures

# Méthode de travail

- 20 réunions plénières entre avril 2011 et avril 2013
- 11 sous-groupes travaillant en intersessions, associant des spécialistes de chaque domaine
- Diffusion large du document d'avril à juin 2013 :
  - Plus de 300 commentaires
  - Plus de 120 propositions d'amendement
- Prise en compte des remarques + anticipation de la future NF EN 206/CN finalisée en mars 2014
- Validé par le GEM-OTM le 8 juillet 2014
- Validé par le Conseil Scientifique de l'OEAP le 17 octobre 2014

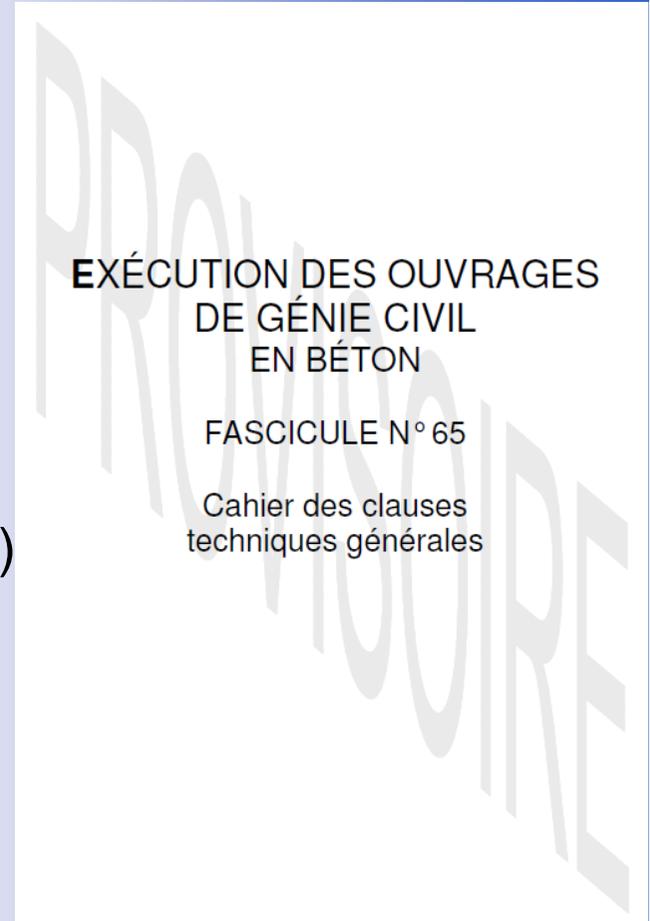
# Présentation du document

# Présentation du document

125 pages + 6 annexes

Sommaire :

1. Domaine d'application
2. Références normatives
3. Termes et définitions
4. Gestion de l'exécution
5. Ouvrages provisoires (dont étaitements) coffrages
6. Armatures de béton armé
7. Précontrainte
8. Bétons et opérations de bétonnage
9. Eléments préfabriqués
10. Tolérances géométriques
11. Peintures



# Présentation du document

## ***Chapitre 1 : Domaine d'application***

**Ouvrages de génie civil en béton et ouvrages provisoires associés à leur construction**

- Ouverture au béton non armé (absorption du fascicule 63)
- Les BAP et les BHP font partie intégrante du fascicule
- Renvoi aux recommandations AFGC 2013 pour les BFUP
- Précisions sur les structures mixtes et les bâtiments

## ***Chapitre 2 : Références normatives***

Renvoi à une annexe A

# Présentation du document

## *Chapitre 3 : Termes et définitions*

- **Définitions issues des clauses communes :**
  - Terminologie « qualité » : contrôle intérieur, extérieur, interne, externe, PAQ, SOPAQ, point d'arrêt, point critique, fiche de non-conformité
  - Terminologie « environnement » : SOGED, PRE, SOPRE, NRE

### **Contrôle extérieur**

Ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais, que le maître d'œuvre exécute ou fait exécuter par un organisme indépendant du titulaire, pour le compte du maître d'ouvrage.

# Présentation du document

## *Chapitre 4 : Gestion de l'exécution*

- Composition du PAQ détaillée : NOG, procédures, cadres de documents de suivi
- Introduction du PRE (Plan de Respect de l'Environnement) qui répond à la NRE
- Composition du DOE :
  - Plans et notes de calcul conformes à l'exécution (y.c. ouv. prov.)
  - Programme et calendrier réel d'exécution des travaux
  - Propositions d'adaptations techniques et leurs réponses
  - Dossier photographique du chantier, si le marché l'exige
  - Dossier de fin d'exécution relatif au management de la qualité
  - Dossier de fin d'exécution relatif au respect de l'environnement
  - Dossier des épreuves de chargement, si l'ouvrage y est soumis
  - Dispositions prévisionnelles pour l'entretien et le renforcement

# Présentation du document

## Chapitre 4 : Gestion de l'exécution

- Classe d'exécution : 3
- Tableaux récapitulatifs des contrôles :

	Contrôle intérieur	Contrôle extérieur
Ouvrages provisoires	5.1.5, 5.3.1, 2, 3, 4, 5 contrôle interne par le COP des ouvrages provisoires	-
Armatures de béton armé	6.3.3 épreuve de convenance du façonnage dans les coffrages  6.5.1 épreuve de convenance des soudeurs de l'entrepreneur non certifié assurant la pose 6.6.2 en l'absence de certification AFCAB-Pose, contrôle externe de la pose	6.3.3 autorisation de façonner dans les coffrages si les critères du 6.3.3. sont satisfaits 6.5.1. autorisation d'assembler par soudage si le soudeur a obtenu sa qualification 6.6.2 possibilité d'un contrôle extérieur
Précontrainte	7.5.1.2 contrôles intérieurs de mise en tension en pré-tension 7.5.2.9 contrôles intérieurs de mise en tension en post-tension	7.5.1.3 contrôles extérieurs de mise en tension en pré-tension 7.5.2.10 contrôles extérieurs de mise en tension en post-tension

- Liste récapitulative des procédures
- Liste récapitulative des points d'arrêt

# Présentation du document

## *Chapitre 5 : Ouvrages provisoires*

- Les notions de COP et d'ouvrages de première et seconde catégorie sont inchangées
- Bases de justification mises à jour de l'EC 1-1-6 (mais maintien des règles d'abattement de la capacité portante en cas de réemploi)
- Clauses « coffrages » adaptées à de nouvelles définitions des classes de parement (*cf* chapitre 8)

# Présentation du document

## ***Chapitre 6 : Armatures de béton armé***

- Mise en conformité avec les dernières normes (NF A 35-080-1 et 2, NF A 35-020-1 et 2...)
- Exigence des marques NF-ABA, NF-Armatures, AFCAB-DRAAB, AFCAB-Boîtes d'attente ou équivalent
- Vérification à la livraison
- Façonnage et coupe effectués mécaniquement, interdiction de la coupe au chalumeau
- Si le titulaire effectue lui-même la pose, il doit être certifié AFCAB-Pose ou :
  - Respecter des exigences équivalentes au référentiel AFCAB-Pose
  - Et organiser un contrôle externe sur le respect de ces exigences

# Présentation du document

## Chapitre 7 : Précontrainte

- Mise en conformité avec le RPC (notion d'ETE)
- Notion de CMP et référence aux certifications ASQPE « Armatures » et « Mise en œuvre » inchangées
- Exigences précisées sur les conduits (diamètre, rayon de courbure, conditions de stockage)
- Résistance du béton à la mise en tension :
- Ecart d'allongement toléré en contrôle :
  - $\pm 5\%$  sur l'ensemble des câbles d'une section
  - $\pm 10\%$  sur chacun des câbles d'une section
- Points d'arrêt : bétonnage, enfilage, mise en tension, coupe derrière l'ancrage

$$f_{cm} \geq f_{cm,0} + 3 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck}(t) + 3 \text{ MPa}$$

# Présentation du document

## Chapitre 7 : Précontrainte

- Composition des coulis : NF EN 447 + exigences complémentaires.
- Convenance et contrôle :

Type de coulis (cf 7.2.6.1)	Epreuve de convenance	Epreuve de contrôle
Cas général (coulis marqué CE)	- tube incliné <sup>(2)</sup>  - fluidité  - variation de volume et ressuage à la mèche	- fluidité (entrée et sortie)
Coulis non marqué CE avec références <sup>(1)</sup>	Idem  + masse volumique (conformément à la norme NF EN 446)	- fluidité (entrée et sortie)  - variation de volume et ressuage à la mèche
Coulis non marqué CE sans références	NF EN 446	NF EN 446

(1) coulis avec références, les deux conditions suivantes doivent être réunies :

- composition du coulis, type de ciment et lieu de production, rapport e/c, quantité d'adjuvants, procédure et matériel de malaxage, connus et documentés.
- 3 utilisations du coulis (en appliquant le fascicule 65) au cours de l'année écoulée.

(2) requis si le câble comporte une dénivellation importante (supérieure à 3 m) ou si aucun essai n'a été réalisé avec le même type de malaxeur que celui prévu pour le projet.

# Présentation du document

## Chapitre 8 : Bétons

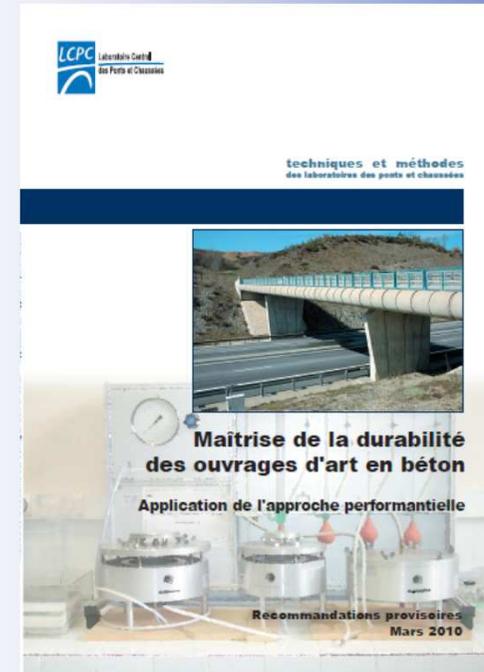
- Choix des classes d'exposition : renvoi aux tableaux de l'Ecole Française du Béton
- En approche prescriptive : tableau unique (=NA.F.1 à 4)

	Classes d'exposition													
	Corrosion induite par carbonatation				Corrosion induite par les chlorures						Attaque gel / dégel			
					Eau de mer			Chlorures autres que l'eau de mer						
	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3 <sup>a)</sup>	XF4 <sup>a)</sup>
Rapport $E_{eff}$ /liant éq maximal <sup>d)</sup>	0,60	0,60	0,55	0,50 <sup>l)</sup>	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50 <sup>l)</sup>	0,45	0,50	0,45
Classe de résistance minimale <sup>c)</sup>	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37 <sup>p)</sup>	C30/37 <sup>p)</sup>	C35/45	C30/37	C30/37 <sup>p)</sup>	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45 <sup>q)</sup>
Teneur mini en liant éq (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>b) c) d)</sup>	280	280	300	330	330	330	350	330	330	350	330	350 <sup>r)</sup>	385 <sup>o)</sup>	385 <sup>o)</sup>
Absorption d'eau maxi pour les produits préfabriqués en usine (%)	6,5 <sup>m)</sup>	6,5 <sup>m)</sup>	6 <sup>m)</sup>	6 <sup>m)</sup>	5,5 <sup>m)</sup>	5,5 <sup>m)</sup>	5 <sup>m)</sup>	6 <sup>m)</sup>	5,5 <sup>m)</sup>	5 <sup>m)</sup>	6 <sup>m)</sup>	5 <sup>m)</sup>		
Teneur minimale en air (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- <sup>r)</sup>	4 <sup>e)</sup>	4 <sup>e)</sup>
Essai(s) de performances <sup>k)</sup>													P 18-424 (ou P18-425)	P 18-424 (ou P18-425) P 18-420
Cendres volantes	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,00 <sup>f)</sup>	0,00 <sup>f)</sup>

# Présentation du document

## Chapitre 8 : Bétons

- Introduction des deux approches performantielles :
  - Méthode de conception performantielle basée sur le guide LCPC de 2010 avec des seuils modifiés
  - Concept de performance équivalente basée sur le guide FNTP/FFB/CERIB/FIB de 2009 avec des exigences renforcées sur le béton de référence
- Avec des garde-fous



# Présentation du document

## *Chapitre 8 : Bétons*

- Introduction d'une possibilité de moduler la classe structurale (et donc l'enrobage) en fonction d'indicateurs de durabilité mesurés
- Développement durable
  - L'utilisation d'eau décantée (masse volumique inférieure ou égale à 1,01) issue de la production de béton est autorisée sous réserve de prise en compte de son influence éventuelle sur des spécifications particulières telles que la teinte et la teneur en air entraîné.
  - Les gravillons recyclés de type 1 (selon NF EN 206/CN) issus de la déconstruction d'ouvrages d'art et dont la traçabilité est assurée peuvent être utilisés pour des bétons de classe de résistance inférieure à C35/45 en classe XC1, XC2, XC3, XC4 ou XF1 avec un taux maximum de substitution de 20 %.

# Présentation du document

## *Chapitre 8 : Bétons*

- Epreuves d'étude, de convenance et de contrôle adaptées pour le cas d'une approche performantielle
- Vérification de la robustesse de la formule rendue systématique en épreuve d'étude (eau  $\pm 10\%$  au minimum)
- Cure : classe 2 selon NF EN 13670/CN mais durée inchangée
- Classes de parements : définies selon FD P 18-503
  - simples P2 E(2-2-2) T2
  - fins P3 E(3-3-3) T3
  - ouvragés

# Présentation du document

## ***Chapitre 9 : Eléments préfabriqués***

- Référence à la norme NF EN 13369 et aux normes de produit
- Clarification des responsabilités des contrôles entre le préfabricant et le titulaire
- Point d'arrêt avant incorporation des éléments préfabriqués dans l'ouvrage

## ***Chapitre 10 : Tolérances géométriques***

- Choix effectué entre les formules du fascicule 65 et celles de la norme NF EN 13670/CN
- Possibilité de réduire les tolérances (classe 2) pour réduire les coefficients partiels matériau  
(annexe A de l'EC2-1-1)

# Présentation du document

## Chapitre 11 : Peintures

- Référence à de nouvelles certifications ACQPA :
  - Certification peinture sur béton révisée (la fonction de protection devient obligatoire)
  - Qualification des applicateurs
- Critère de peignabilité d'un parement (bullage moyen, planéité, cohésion de surface)
- Points d'arrêt : convenance, acceptation du subjectile, réception
- Epaisseur minimale pour une garantie d'aspect de 10 ans :

Classes d'exposition Selon la norme NF EN 206/CN	Epaisseur sèche nominale minimale ( $\mu\text{m}$ )
X0, XC1, XC3, XC4, XD1, XF1	300
XD2, XD3, XF2, XF3, XS1	500
XF4, XS3	1000

# Présentation du document

## Annexes

- Annexe A : Textes de référence

NOM DE LA REFERENCE	DATE	PARTIE CONTRACTUELLE : citations dans le corps du texte	PARTIE NON CONTRACTUELLE : citations en note
NF EN 1992-1-1	Octobre 2005	6.5.4 7.5.1.1, 7.5.2.2, 7.7.1 (cité 2 fois) 8.1.1.2.2, 8.1.1.3, 8.1.1.6, 8.3.2.5.1, 8.4.1.2 9.1.1	8.1.1.2.1, 8.1.1.5 (cité 2 fois) 10.1 (cité 2 fois), 10.6.2
NF EN 1992-1-1/NA	Mars 2007	6.5.4 7.5.1.1 8.1.1.2.2, 8.1.1.3 (cité 2 fois), 8.1.1.4.1 9.1.1	8.1.1.2.1, 8.1.1.5

- Annexe B : Spécifications complémentaires pour les centrales à béton
- Annexe C : Spécifications complémentaires pour la précontrainte
- Annexe D : Définition des prestations dues au marché et métrés

# Présentation du document

## Annexes

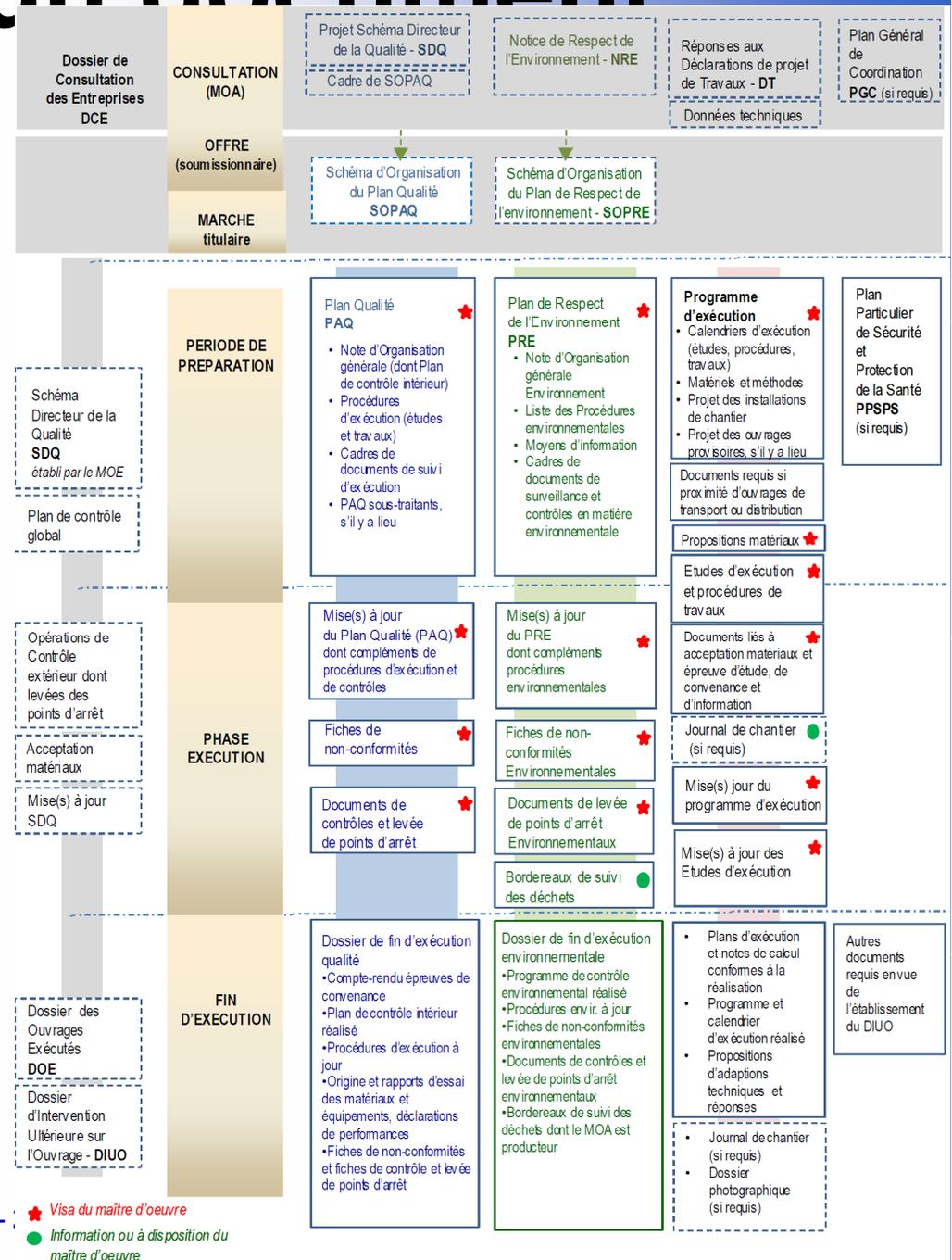
- Annexe E : Liste des informations à inclure dans les spécifications d'exécution

Liste des informations à inclure dans les spécifications d'exécution selon la norme NF EN 13670/CN			Lieu des spécifications		
Chapitre	Article/§	Libellé	Fascicule 65	CCTP	Documents à fournir par le titulaire
8 Opérations de bétonnage	8.1 (1)	Vérifier que toutes les propriétés requises du béton ont été spécifiées conformément à l'EN206-1 et aux normes ou dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton	8.1.1 : règles de spécification	Tableau des bétons par partie d'ouvrage précisant les spécifications de composition ou performantielles liées aux classes d'exposition ainsi que les propriétés particulières	épreuve d'étude
	8.1 (3)	Préciser la valeur du D maximum, pour le béton	8.1.1.6 : critères de choix	exigences propres au projet	épreuve d'étude
	8.2 (1)	Indiquer si un programme de bétonnage est exigé	8.2.2 : il est exigé	-	-
	8.2 (2)	Indiquer si un coulage d'essai est requis	8.2.3, 8.3.2.5.5.1, 8.4.2.3, 8.4.2.4, 8.4.2.5, 8.8.4.1 : convenance	exigences propres au projet	-
	8.2 (4)	Indiquer les exigences concernant les reprises de bétonnage	8.4.1.2 : exigences	-	PAQ

# Présentation du document

## Annexes

- Annexe F :  
Vue synoptique des documents à fournir par le titulaire



# Concevoir, construire et gérer des structures durables en béton

Approche performantielle et évolutions normatives

---

**Merci de  
votre  
attention**

