

# Journées techniques Ouvrages d'Art 2013

Dijon, Mercredi 05 et Jeudi 06 juin

**La nouvelle annexe nationale de la norme NF EN 206  
et  
l'évolution de la future norme européenne EN 206**

Bruno GODART  
6 Juin 2013



**IFSTTAR**

# L'annexe nationale NF EN 206-1/CN

## (décembre 2012)



# Introduction

- Une seule norme avec des paragraphes marqués NA
- Pour les produits préfabriqués : voir en plus NF EN 13369 et les normes de produits préfabriqués
- Prise en compte de quelques nouvelles normes sur les matériaux :
  - NF EN 15473 : Ciment sursulfatés
  - NF EN 14467 : Ciment d'aluminates de calcium
  - NF P 18-513 : Métakaolins
- **Introduction des bétons d'ingénierie :**
  - bétons d'ingénierie à propriétés spécifiées (BIPS)
  - bétons d'ingénierie à composition prescrite (BICP)



# Granulats recyclés

- Les granulats recyclés doivent être conformes aux normes NF EN 12620 et NF P 18-545
- Ils sont interdits pour les structures en béton précontraint
- 3 types de gravillons recyclés sont définis :
  - Type 1 : toutes les caractéristiques sont  $CR_B$
  - Type 2 : toutes les caractéristiques sont  $CR_B$  ou  $CR_C$
  - Type 3 : toutes les caractéristiques sont  $CR_B$  ou  $CR_C$  ou  $CR_D$



# Granulats recyclés

- Éléments contenus dans un granulats recyclé :
  - Rc : béton, mortier, ...
  - Ru : granulats non liés, pierre naturelle, ...
  - $R_{cu} = R_c + R_u$
  - Ra : matériau bitumineux
  - Rb : éléments en argile cuite (briques, tuiles), éléments en silicate de calcium, béton cellulaire non flottant
  - XRg : argiles , sols, métaux, bois, plastiques, caoutchouc, plâtre, verres
  - FL : matériau flottant



# Granulats recyclés

Code	Constituants principaux selon NF EN 12620	Constituants secondaires				Type de fréquence d'essai	
		Catégories NF EN 12620				Temporelle	Quantitative
CR <sub>B</sub>	Rcu <sub>95</sub>	Rb <sub>10</sub>	Ra <sub>1</sub>	XRg <sub>0.5</sub>	FL <sub>0.2</sub>	2/mois	1/2000 tonnes
CR <sub>C</sub>	Rcu <sub>90</sub>	Rb <sub>10</sub>	Ra <sub>1</sub>	XRg <sub>1</sub>	FL <sub>2</sub>		
CR <sub>D</sub>	Rcu <sub>70</sub>	Rb <sub>30</sub>	Ra <sub>10</sub>	XRg <sub>2</sub>	FL <sub>2</sub>		

**Tableau NA.2 : Constituants des gravillons recyclés**



# Granulats recyclés

Type de granulats recyclés	Classes d'exposition			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XD1, XS1	Autres classes d'exposition
Gravillon Type 1	60	30	20	0
Gravillon Type 2	40	15	0	0
Gravillon Type 3	30	5	0	0
Sable	30	0	0	0

**Tableau NA.5 : Taux de substitution par type de granulats recyclés**

- Les gravillons recyclés de type 2 et 3 ainsi que les sables recyclés ne peuvent être utilisés que pour des bétons de R < ou = à C25/30



# Liant Equivalent et nouvelles additions

- Le liant équivalent jusqu'à présent constitué de ciment CEM I, peut maintenant contenir du ciment CEM II/A.
- Liant équivalent =  $C + k A$  avec  $A =$  Additions suivantes :
  - Cendres volantes ( $k = 0,4$  ou  $0,5$  ou  $0,6$ )
  - Fumées de silice ( $K = 1$  ou  $2$ )
  - Laitiers vitrifiés moulus ( $k = 0,6$  ou  $0,9$ )
  - Métakaolins de type A ( $k = 1$ )
  - Additions calcaires de catégorie A ou B ( $k = 0,25$ )
  - Additions siliceuses de minéralogie Qz ( $k = 0,25$ )

**Nota : Les tableaux NA.F.1 et NA.F.2 fixent les critères de substitution du ciment pour les nouvelles additions**





# Liant Equivalent et nouvelles additions

Additions	CEM I	CEM II/A
Cendres volantes	30 %	20 %
Fumées de silice	10 %	10 %
Laitier moulu	30 %	20 %
Additions calcaire Cat A	Entre 0 et 30 %	Entre 0 et 30 %
Additions calcaires Cat B	Entre 0 et 25 %	Entre 0 et 10 %
Métakaolin	15 %	10 %
Additions siliceuses	Entre 0 et 25 %	0 %

**Taux de substitution du ciment selon le tableau NA.F.1**

Prénom Nom Intervenant



# Bétons d'ingénierie

- Définition (NA.3.1.50) : béton destiné à un ouvrage donné ou un ensemble d'ouvrages d'un projet donné, dont la formulation résulte d'une étude préliminaire réalisée sous la responsabilité du prescripteur avant le début de l'opération de construction considérée et acceptée par le producteur et l'utilisateur du béton. (Le prescripteur peut être l'entreprise)
- Sa fabrication est soumise à un contrôle de conformité spécifique défini dans le plan qualité de l'ouvrage et accepté par toutes les parties concernées.
- Cette notion couvre aussi les produits préfabriqués.



# Bétons d'ingénierie

- L'étude préliminaire doit couvrir tous les aspects de la spécification, y compris la liste de tous les constituants.
- Elle doit inclure la détermination du rapport  $f_{cm,2} / f_{cm,28}$  pour adapter les conditions de cure
- Possibilité de substituer jusqu'à 40 ou 50 % de laitier moulu de classe A avec du CEM I, et jusqu'à 30 ou 35 % avec du CEM II/A (selon conditions des tableaux NA.F.3 et NA.F.4)
  - Note : en XF4 : 15 % max avec CEM I et 0 % avec CEM II/A
- Pour les bétons formulés avec des ciments CEM II/A et plus de 30 % de laitier, on doit respecter la teneur limite en calcaire du CEM II/A fixée aux tableaux NA.F.3 et NA.F.4 (15%)
- Possibilité de combiner deux ciments dans ces bétons moyennant des conditions à respecter (voir annexe NA.F)



# Bétons d'ingénierie

- Le contrôle de conformité des bétons d'ingénierie doit être effectué sur chaque composition de béton prise individuellement ou sur une famille de bétons d'ingénierie formulés avec le même ciment et la même addition.
- Le plan d'échantillonnage et d'essais pour chaque propriété spécifiée doit faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.



# Autres clauses

- Modification des valeurs maximales tolérées de l'exactitude des matériels de dosage (Tab NA.7 et NA.8)
- Modification des tolérances pour le dosage des constituants (Tab NA.9)
- Pour la durabilité : Confirmation du concept de performance équivalente du béton (annexe E) et de l'approche performantielle (annexe J)



# L'évolution de la future norme européenne EN 206 (version pour vote formel)



# Principales modifications

- Nouvelles clauses pour les bétons de fibres et les bétons avec granulats recyclés
- Révision des coefficients  $k$  pour les CV et les FS, et nouvelles règles pour les laitiers
- Introduction de nouveaux concepts de performance pour la durabilité
- Ajout d'un nouveau concept pour le contrôle de conformité (cartes de contrôle basées sur le système CUSUM ou sur les cartes de Shewhart)
- Fusion de EN 206-1 et EN 206-9 (bétons auto-plaçants)
- Introduction des bétons pour travaux spéciaux de géotechnique



# Consistance et viscosité

- Suppression de l'essai Vebe (et ses classes de consistance)
- Ajout d'un tableau de classes d'étalement au cône d'Abrams (slump-flow) (SF1 de 550 à 650, SF2 de 660 à 750 et SF3 de 760 à 850 mm)
- Ajout de 5 tableaux de classes d'écoulement pour les BAP :
  - $t_{500}$ , (EN 12350-8) Essai de viscosité apparente
  - V-funnel, (EN 12350-9) Essai d'écoulement à l'entonnoir en V
  - L-box, (EN 12350-10) Essai d'écoulement à la boîte en L
  - J-ring, (EN 12350-12) Essai d'écoulement à l'anneau
  - segregation (EN 12350-11) Essai de stabilité au tamis





# Granulats recyclés

- Utilisation possible de granulats recyclés conformes à la norme EN 12620 et aux recommandations de l'annexe E informative :
  - Propriétés chimiques (teneur en sulfates et chlorures)
  - Coefficient d'aplatissement, densité
  - Absorption d'eau
  - Influence sur le temps de début de prise
  - Constituants des granulats (type A ou type B)
  - Pourcentage maximal de substitution des granulats selon le type A ou le type B



# Additions

- Ajout des laitiers conformes à EN 15167-1
- Coefficients k et taux de substitution donnés avec des CEM II/A pour les CV et les FS
- Coefficient k pour les laitiers fixé dans les documents nationaux..., mais une note indique la valeur de  $k = 0,6$  pour les CEM I et CEM II/A, avec un rapport laitier/ciment  $< 1,0$
- Principes du **concept de performance équivalente du béton** (voir CEN/TR 16563)
- Principes du **concept de performance équivalente des combinaisons** (identification d'un ciment conforme à EN 197-1 et qui a la même composition que la combinaison étudiée ciment + additions) (voir CEN/TR XX)



# Béton de géotechnique (annexe D normative)

- Bétons à propriétés spécifiées
- Certains ciments de type CEM I, CEM II et CEM III
- $D_{\max}$  des granulats < 32 mm (16 mm pour les micropieux)
- Forte résistance à la ségrégation, fluidité, etc...
- Ouvrabilité suffisante pendant le temps nécessaire au bétonnage
- Teneur minimale en ciment : de 325 (bétonnage à sec) à 375 kg/m<sup>3</sup> (bétonnage en condition immergée)
- Teneur minimale en fines (moins de 125 µm) : de 400 à 450 kg/m<sup>3</sup> selon la taille des gravillons
- Slump : de 150 à 200 mm selon les méthodes de bétonnage



# Merci pour votre attention

