

Ouvrages d'art	Référence:
Bétons de génie civil	6.10-01
Prescriptions pour les bétons de génie civil des ouvrages d'art du canton de Berne	

Le document est structuré comme suit:

1. Exigences

Bétons de génie civil pour ouvrages d'art (Annexe à l'appel d'offres) voir annexe 1A
Exigences pour les bétons à propriétés spécifiées voir annexe 1B

2. Système de contrôle de qualité

Mesures pour l'assurance qualité voir annexe 2A
Déroulement des contrôles du béton frais (CBF) voir annexe 2B

Pour les routes en béton certaines exigences sont à modifier selon la norme VSS!



Annexe 1A: Bétons de génie civil pour ouvrages d'art (Annexe à l'appel d'offres)

Bétons à propriétés spécifiées selon la norme SN EN 206:2013+A1:2016 y c. correctifs actuels (voir sous www.sia.ch)

Sortes de béton	N° de sorte (Code clé „Mittelland“)	Éléments d'ouvrage	Exigences de base					Exigences à la composition selon le tableau NA.6		Exigences supplémentaires			
			Classe de résistance à la compression	Classe d'exposition X..(CH)	Dimension maximale nominale	Classe de teneur en chlorures	Consistance (informative)	Dosage min. en ciment C _{min}	Rapport E/C _{eq} max.	Types de ciment, <i>granulats</i>	Teneur en air du béton (% volumique)	Résistance au gel en présence de sel de déverglaçage (selon tab. NA.5)	Classe de prévention à la RAG (selon SIA 2042)
Sortes de béton pour le génie civil													
F (T3)	F330-3 (grue) F331-3 (pompe)	fondations, banquettes sur pieux, radiers, dalles de transition, culées, murs en aile et de soutènement, piles, dalles, tabliers	C30/37	XC4 XD3 XF2	D _{max} 32	CI 0,10	F3/F4	320 kg/m ³	0.45	types de ciment admis selon tableau NA.1 <i>pas de granulats recyclés</i>	selon données du fournisseur; sans entraîneur d'air occlu	moyenne	P2
G (T4)	G330-3 (grue) G331-3 (pompe)	bordures, parapets murs de guidage	C30/37	XC4 XD3 XF4	D _{max} 32	CI 0,10	F3/F4	320 kg/m ³	0.45		Selon données du fournisseur, min. 3%	élevée	
C	C330-3 (grue) C331-3 (pompe)	chambres souterraines, murs secondaires, etc. ouvrages à l'abri des intempéries	C30/37	XC4 XF1	D _{max} 32	CI 0,10	F3/F4	300 kg/m ³	0.50	selon tableau NA.1 <i>pas de granulats recyclés</i>	pas d'exigences	néant	
Bétons pour utilisation spéciale													
T3-HS	N330-3 (grue) N331-3 (pompe)	fondations, banquettes sur pieux, radiers, culées, murs, agression chimique due aux sulfates dans les eaux ou le sol	C30/37	XC4 XD3 XF2 XA2s	D _{max} 32	CI 0,10	F3/F4	320 kg/m ³	0.45	Ciments SR avec haute résistance aux sulfates <i>pas de granulats recyclés</i>	selon données du fournisseur; sans entraîneur d'air occlu	moyenne	P2
T3-16	F360-3 (grue) F361-3 (pompe)	bordures, petits éléments à résistance GSD moyenne, béton 0-16	C30/37	XC4 XD3 XF2	D _{max} 16	CI 0,10	F3/F4	352 kg/m ³	0.45	types de ciment admis pour bétons F et G selon tableau NA.1 <i>pas de granulats recyclés</i>	Selon données du fournisseur, min. 3%	élevée	
T4-16	G360-3 (grue) G361-3 (pompe)	bordures, petits éléments à résistance GSD élevée, béton 0-16	C30/37	XC4 XD3 XF4	D _{max} 16	CI 0,10	F3/F4	352 kg/m ³	0.45				
Bétons pour pieux													
P1	H236-3	pieux forés, au sec	C25/30	---	D _{max} 32	CI 0,10	F4	330 kg/m ³	0.50	types de ciment admis pour béton C selon tableau NA.1 <i>pas de granulats recyclés</i>	sans entraîneur d'air occlu	néant	P2
P2	I 237-3	pieux forés, sous l'eau	C25/30	---	D _{max} 32	CI 0,10	F5	380 kg/m ³	0.50				
P2-HS	N237-3	pieux forés, sous l'eau, agression chimique due aux sulfates dans les eaux ou le sol	C25/30	XA2s	D _{max} 32	CI 0,10	F4 F5	380 kg/m ³	0.50	Ciments SR avec haute résistance aux sulfates <i>pas de granulats recyclés</i>			
Autres utilisations spéciales, p.ex. pour surbéton, remise en état etc.			Choix de la recette de béton en collaboration avec le fournisseur de béton en tenant compte de ses possibilités										

L'entrepreneur est tenu de fournir les vérifications du fournisseur du béton demandées (selon annexe 2A) au représentant du maître d'ouvrage pour approbation, et ceci avant d'entreprendre les travaux de bétonnage.

Annexe 1B: Exigences pour les bétons à propriétés spécifiées selon SN EN 206:2013+A1:2016 y c. correctifs actuels (voir sous www.sia.ch)

Critères	Normes	Valeurs normatives exigées			
		F (T3) F330-3 (grue) F331-3 (pompe)	G (T4) G330-3 (grue) G331-3 (pompe)	Béton pour pieux P1 (au sec) H236-3	Béton pour pieux P2 (sous l'eau) I 237-3
Exigences de base					
Classe de résistance à la compression	SN EN 206, tab. NA.5 + NA.8	C 30/37		C25/30	
Classes d'exposition X...(CH)	SN EN 206, tab. NA.5	XC4, XD3 , XF2	XC4, XD3, XF4	-	-
Granulats - Aptitude à l'emploi - Dim. max. nom.	SN 670 115, tab. 4 SN EN 206, chiffre NA.6.2.2	max. 5% massique en éléments impropres à l'usage du point de vue pétrographique dans les granulats $D_{max} 32 (=D_{upper} = D_{lower})$			
Classe de teneur en chlorures	SN EN 206, tab. NA.5	Cl 0,10			
Consistance (informative)	SN EN 206, chiffre 4.2	F3/4 (Etalement)	F4 (Etalement)	F5 (Etalement)	
Exigences supplémentaires					
Types de ciment admis	SN EN 206, tab. NA.1	Types de ciment admis pour bétons F et G		Types de ciment admis pour béton C (note tab. NA.9)	
Granulats	SIA 2030, chiffre 2.1.4	Pas de béton produit avec des granulats recyclés (pas de béton de recyclage)			
Teneur en air du béton (% volumique)		Voir ci-bas		Pas d'exigence	
Résistance au gel en présence de sel de déverglaçage	SN EN 206, tab. NA.5	moyenne	élevée	Pas d'exigence	
Prévention à la RAG	SIA 2042, chiffre 2.2.8	Classe de prévention P2			
Résistance aux sulfates	SN EN 206, tab. 2	En cas d'attaque chimique par sulfate: $SO_4 \geq 200 \text{ mg/l d'eau souterraine ou } \geq 2000 \text{ mg/kg de sol: } \mathbf{XA2s}$; $SO_4 \geq 3000 \text{ mg/l d'eau souterraine ou } \geq 12'000 \text{ mg/kg de sol: avoir recours à des spécialistes}$			

Conversion des exigences en valeurs limites					
Résistance caractéristique minimale sur séries de 3 cubes de 150 mm de longueur de côté	SN EN 206, tab. 12	$f_{ck,cube} \geq 37 \text{ N/mm}^2$		$f_{ck,cube} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ (cubes sans compactage)	
	SN EN 206, chiffre 8.2.1.3 SN EN 206, NA annexe B.2	Critères de conformité selon tab. 18 Critères test d'identification sur chantier: valeur moyenne de 3 cubes = 1 résultat d'un essai			
Rapport eau/ciment équivalent E/C_{eq}	SN EN 206, tab. NA.6 + tab. 22	$E/C_{eq} \leq 0.45$ (refusé si > 0.47)		$E/C_{eq} \leq 0.50$ (refusé si > 0.52)	
	SN EN 206, chiffre NA 3.1.3.17 <i>Essai selon SIA 262/1 annexe H</i>	Détermination du E/C_{eq} à l'aide de la teneur en eau efficace (prise en compte de l'absorption d'eau par les granulats) Dosages maximaux en additions et coefficient k selon tab. NA.2			
Dosage en ciment minimal	SN EN 206, tab. NA.6 + NA.9 SN EN 206, tab. 22	320 kg/m ³ (Limite inférieure tolérée 310 kg/m ³)		330 kg/m ³ (Limite inférieure tolérée 320 kg/m ³)	380 kg/m ³ (Limite inférieure tolérée 370 kg/m ³)
Teneur en air du béton (% volumique)	SN EN 206, tab. NB.2	sans entraîneur d'air occlu (accepté jusqu'à 3% d'air)	min. 3% (accepté jusqu'à 5% d'air)	sans entraîneur d'air occlu (accepté jusqu'à 3% d'air)	
Teneur en chlorure du béton	SN EN 206, tab. NA.4	max. 0.10%, rapporté à la masse de ciment			
Résistance aux chlorures (CW)	SN EN 206, tab. NA.14 <i>Essai selon SIA 262/1 annexe B</i>	Valeur moyenne $D_{Cl} \leq 10 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$		Pas d'exigence	
Résistance au gel en présence de sels de déverglaçage (FT)	moyenne	<i>Essai selon SIA 162/1 (1989), N° 8</i> $20 < N_{50} < 100$		-	
	élevée	SN EN 206, tab. NA.14 <i>Essai selon SIA 262/1 (2003), annexe C</i>	-	$m \leq 200 \text{ g/m}^2$ ou $m \leq 600 \text{ g/m}^2$ et $\Delta m_{28} \leq (\Delta m_6 + \Delta m_{14})$	
Prévention à la RAG	<i>Essai selon SIA 2042, chiffre 3.3.3</i> SN EN 206, chiffre NB.6.2.3	Essai de Performance du béton: les critères 1, 2 et 3 sont remplis. Les expériences à long terme ne sont pas admises. Pour les bétons F et G, la résistance à la RAG est vérifiée à l'aide du mélange du béton G (SN EN 206, chiffre NB.4.3.2)			
Résistance aux sulfates	SN EN 206, chiffre NA.5.3.4.9 <i>Essai selon SIA 262/1, annexe D + correctif C2</i>	En cas de XA2s: Ciment SR avec haute résistance aux sulfates selon tab. NA.11 + correctif Expansion $\Delta I \leq 1.0\%$			

Annexe 2A: Mesures pour l'assurance qualité**1. Bases**

- SN EN 206:2013+A1:2016 Béton – Spécifications, performances, production et conformité
- SIA 262:2013 Construction en béton y c. correctifs
- SIA 262/1:2013 Construction en béton – Spécifications complémentaires
- SIA 162/1:1989 Ouvrages en béton - Essais des matériaux (essai n° 8)
- SIA 2042:2012 Prévention des désordres dus à la RAG dans les ouvrages en béton
- SIA 118 art. 139 Support des frais d'examen
- PRC Programme de contrôle de l'auteur de projet
- PLC Plan de contrôle de l'entrepreneur (EN)

2. Exigences de base au producteur de béton

- Production de béton certifié selon SN EN 206: confirmation que tous les essais exigés par la norme seront effectués.
- Surveillance du contrôle de la production en usine (WPK) selon SN EN 206, annexe C, par un organisme suisse de certification accrédité.
- Tous les contrôles et essais du producteur doivent être inclus dans le prix de fourniture

3. Documents du producteur à fournir pour l'approbation de la recette de béton par l'OPC

- La déclaration de conformité du producteur (valable max. 12 mois) pour la centrale de béton prévue et la sorte de béton à propriétés spécifiées prédéfinie selon les prescriptions de l'OPC.
- Le certificat établi par un organisme de certification accrédité (à consulter sur le site web de l'organisme de certification, p.ex. auprès de www.sugb.ch ou www.s-cert.ch)
- Absorption d'eau des granulats, dosage effectif en ciment (pour CBF)
- Vérification de la résistance à la RAG. Les fréquences minimales sont les suivantes:

Essai de Performance du béton	Selon SIA 2042, ch. 3.3.6; valable pendant max. 5 ans, pour autant que les exigences selon ch. 3.3.3 et selon le tab. 2 sont respectées.
Analyse pétrographique des granulats	Selon SN 670 115, chiffre 16: au minimum 1x par an

Si la vérification a été effectuée pour une autre recette de béton que celle qui est prévue, le producteur de béton doit démontrer le respect des conditions limites pour la transposition des résultats d'essai à une autre recette selon SIA 2042 tab. 2.

- En cas de doutes le MO se réserve le droit de consulter d'autres résultats de contrôles qualité auprès du producteur de béton, p.ex. lors d'une séance de chantier qui aura lieu avant le début des travaux de bétonnage.

4. Contrôles continus propres à l'EN (par le contremaître) lors de chaque charge, selon PLC

- Contrôle du bon de livraison: le béton fourni concorde-t-il avec la sorte de béton commandée?
- Contrôle visuel du béton: la consistance est-elle appropriée pour la mise en place prévue?
- Inscrire la température de l'air et du béton (min/max) dans le rapport journalier
- Toutes ces prestations sont comprises dans le prix du béton

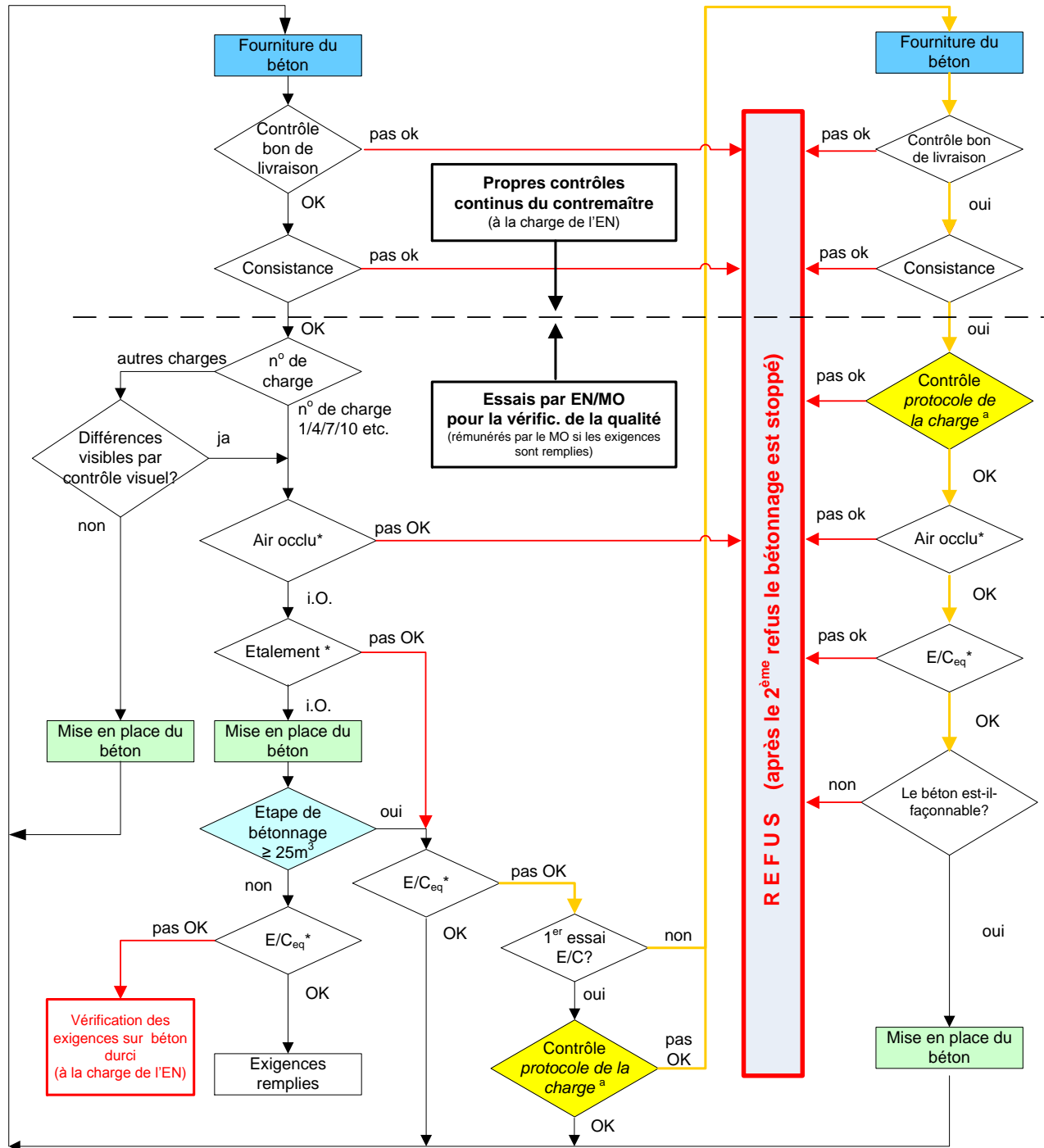
5. Justification de la qualité exigée par l'EN

- *Essais de béton frais* : nombres et fréquence selon PRC ou sur ordre de la DGT/DLT. Voir ordinogramme annexe 2B.
- *Essais de béton durci* : type, nombres et fréquence selon PRC.
- Essais effectués en principe par le laboratoire choisi par l'EN. Par contre les essais de durabilité (selon SN EN 206 NA.8.2.3.4.1) seront admis uniquement s'ils ont été effectués par des laboratoires accrédités.
- Indemnisation des prestations de l'EN selon devis descriptif CAN 112 (sauf cas de non-conformités)

6. Essais ponctuels du maître d'ouvrage (MO)

- Essais d'identification (SN EN 206, annexe B) pour la vérification des propriétés exigées
- *Essais de béton frais et durci*, par le laboratoire choisi du MO, nombres selon ordre de la DGT/DLT
- Facturation à l'EN en cas de non-conformités

Annexe 2B: Déroulement des contrôles du béton frais (CBF)



*** = valeurs limites pour le CBF**

	Valeurs normatives exigées	Refus de la charge si
Air occlu		
Béton F, P1, P2:	pas d'air occlu	> 3%
Béton G:	3% min.	< 2% / > 5%
E/C_{eq}		
Béton F + G:	0.45	> 0.47
Béton P1 + P2:	0.50	> 0.52
Consistance		
F3	Etalement 420...480 mm	
F4	Etalement 490...550 mm	
F5	Etalement 560...620 mm	

Le nombre de cubes sera défini par la DGT/DLT

^a *Protocole de la charge:*
il doit pouvoir être envoyé au chantier par le producteur par voie électronique.