



EUROCODE 2 – Calcul des structures en béton

Toolbox, expériences et évolutions normatives



Contenu

- 1 **Expérience de l'EC2-3**
- 2 **Evolutions normatives**
- 3 **Toolbox**



Expérience EC2-3

Silos & réservoirs

L'étanchéité d'un ouvrage ne concerne pas que la fissuration

Perméabilité



Fissuration



Joints



Section 7 – ELS

7.3 Maîtrise de la fissuration

Classe d'étanchéité	Exigences ././ fuites
0	Un certain débit de fuite admissible, ou fuite sans conséquence.
1	Fuites limitées...Quelques taches ou plaques d'humidité admises.
2	Fuites minimales. Aspect non altéré par des taches.
3	Aucune fuite admise.

Section 7 – ELS

7.3 Maîtrise de la fissuration

Classe d'étanchéité	Exigences ./ . fuites
0	Cfr. EC2-1-1 (§7.3.1)
1	Fissures $\leq w_{k1}$
2	Fissures per anversantes
3	Mesures spéciales

Lien fissures vs. Débit de fuite

W ÷ **2**



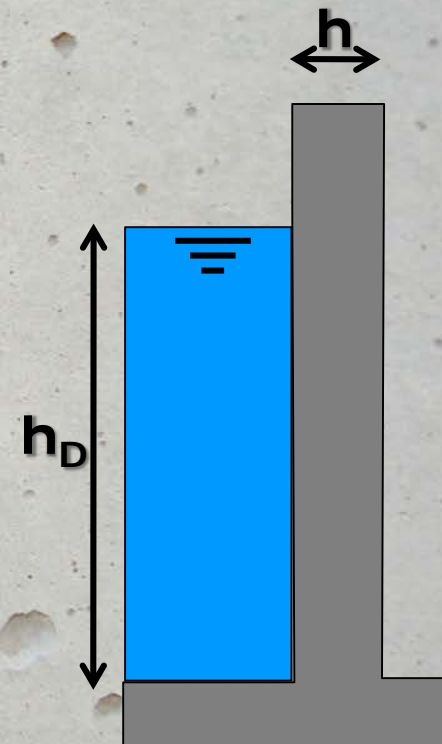
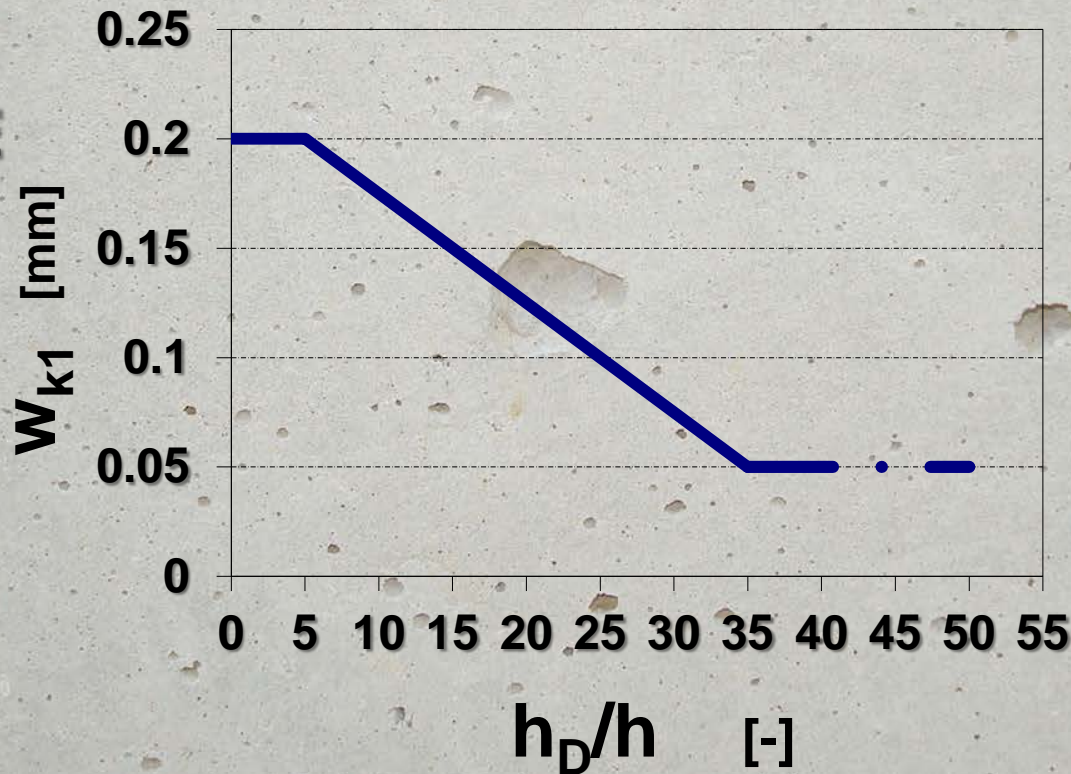
Q ÷ **8**



La classe **1** concerne la maîtrise des fissures traversantes à des valeurs inférieures à 0,2mm

CLASSE

1



A circular microscopic view of a light-colored, textured material surface. A prominent, jagged crack runs vertically through the center. Several small, dark, circular spots are scattered across the surface. The text is overlaid on the left side of the image.

Fissuration calculée vs observée

- probabilités
- influence méthodologie de mesure
- prise en compte du retrait
- ...

Résumé Méthode de calcul

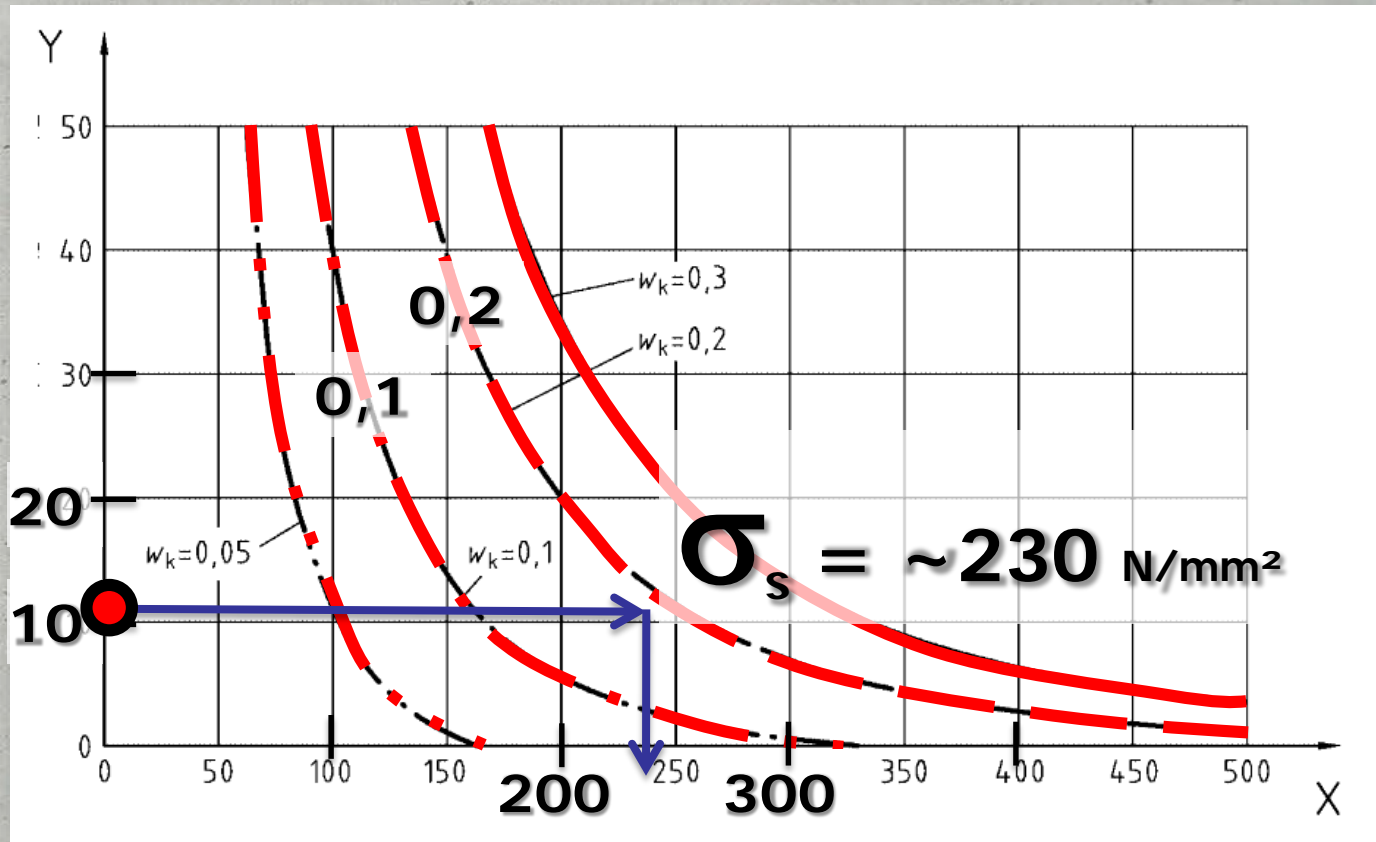
❖ Méthode simplifiée & Déf. imposées

- Classe d'étanchéité => W_{\max}
- A_{ct} / f_{ctm}
- k_c et k ?
- Hypothèse sur \emptyset => \emptyset^*
- σ_s sur base des tableaux (\emptyset vs. σ_s)
- $A_{s,\min}$

$$A_{s,\min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$$

Ex. : mur 40cm - C30/37 - Ø10 ? - Ancrage extrémités

σ_s sur base des tableaux (\emptyset vs. σ_s)



σ_s

Calculs

$$A_{s,\min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_{s,figures}}$$
$$= \frac{1.0,93.2,9.400.1000}{230}$$
$$= \mathbf{4690} \text{ mm}^2/\text{m}' \quad (\rho = 1,17\%)$$



Impossible avec du $\varnothing 10$!

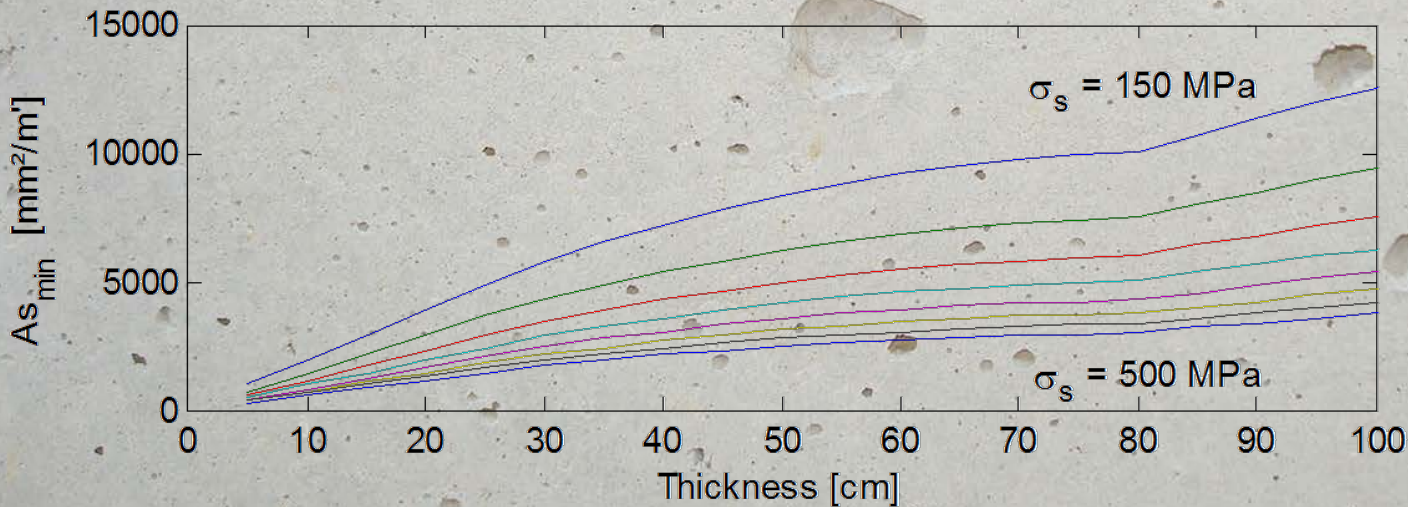
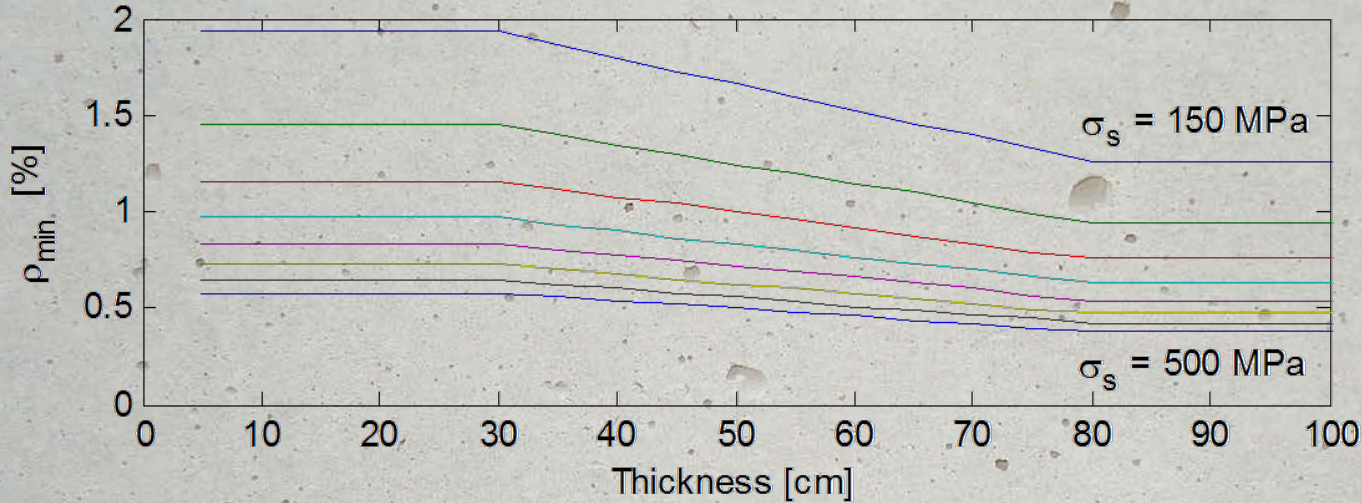


3 options :

- A. Calcul de la contrainte max et limiter à $f_{ctk,0.05}$
- B. Itérations sur \varnothing plus élevé $\rightarrow \sigma_s \rightarrow$ mais $A_s \nearrow$
- C. Joints ?

Tables synthèse

PURE TENSION $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



Annexe M - Déformations imposées gênées

Ouverture des fissures

A. Bridage aux extrémités

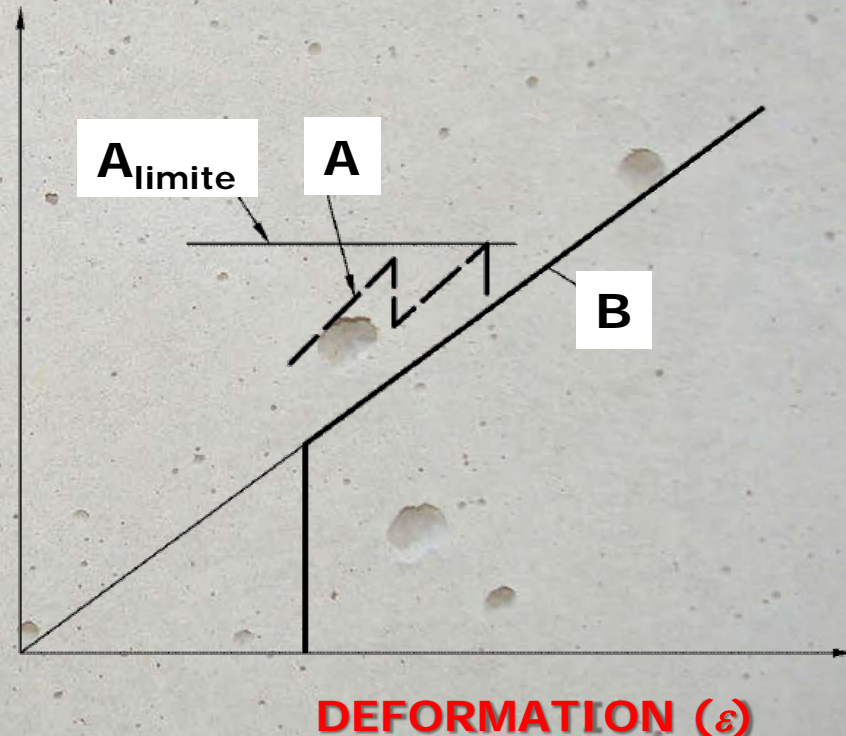
Limite

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,5\alpha_e k_c k f_{ct,eff} (1 + 1/(\alpha_e \rho))/E_s$$

B. Bridage en base

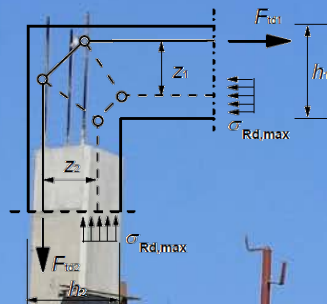
$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = R_{ax}\varepsilon_{free}$$

CRACK
WIDTH
(w)



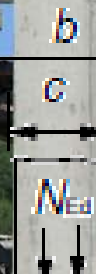
Recap'

- Importance définition **classes étanchéité** ($\Rightarrow w_{lim}$)
- **Fissuration observée** vs. fissuration calculée
- Type de **sollicitation dominante** ?
- Calcul vs. **dispositions technologiques**

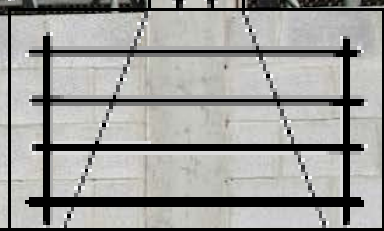


Evolutions de l'EUROCODE 2

Vers 2020...



N_{Ed}



H

Evolutions – EC2 vers 2020

NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD

EN 1992-1-1
Décembre 2004

ICS 91.010.30; 91.080.40

Remplace ENV 1992-1-1:1991, ENV 1992-1-3:1994, ENV 1992-1-4:1994, ENV 1992-1-5:1994, ENV 1992-1-6:1994, ENV 1992-3:1998

Version Française

Eurocode 2: Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments

Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau


Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 10 avril 2004.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Lettonie, Lituanie, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.



COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHE KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

Centre de Gestion: rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2004 CEN Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN. Réf. n° EN 1992-1-1:2004 F

Standards	# pages	# NDPs	# NDPs / # pages
EN 1990	120	54	0.45
EN 1991	770	292	0.38
EN 1992	450	176	0.39
EN 1993	1250	236	0.19
EN 1994	330	42	0.13
EN 1995	225	21	0.09
EN 1996	300	31	0.10
EN 1997	340	42	0.12
EN 1998	600	103	0.17
EN 1999	500	58	0.12

Objectifs

EC2 update

- Publication vers 2021
- 2 phases (SC2.PT1 base | SC2.PT2 Feu | SC2.PT3 Innovations)
- But
 - ✓ Réduire le nombre de NDP's
 - ✓ Regrouper des parties (ponts, silos/réservoirs)
 - ✓ Décourager l'utilisation d'annexes informatives
 - ✓ Mise à jour suivant état de l'art
 - ✓ Améliorer la facilité d'utilisation (« ease of use »)
 - ✓ Meilleur alignement avec les normes « produit »
 - ✓ Prendre en compte les pratiques / règlements nationaux
 - ✓ Traiter les commentaires du « systematic review »
 - ✓ Etablir un background doc pour les adaptations

Réduire le nombre de NDPs

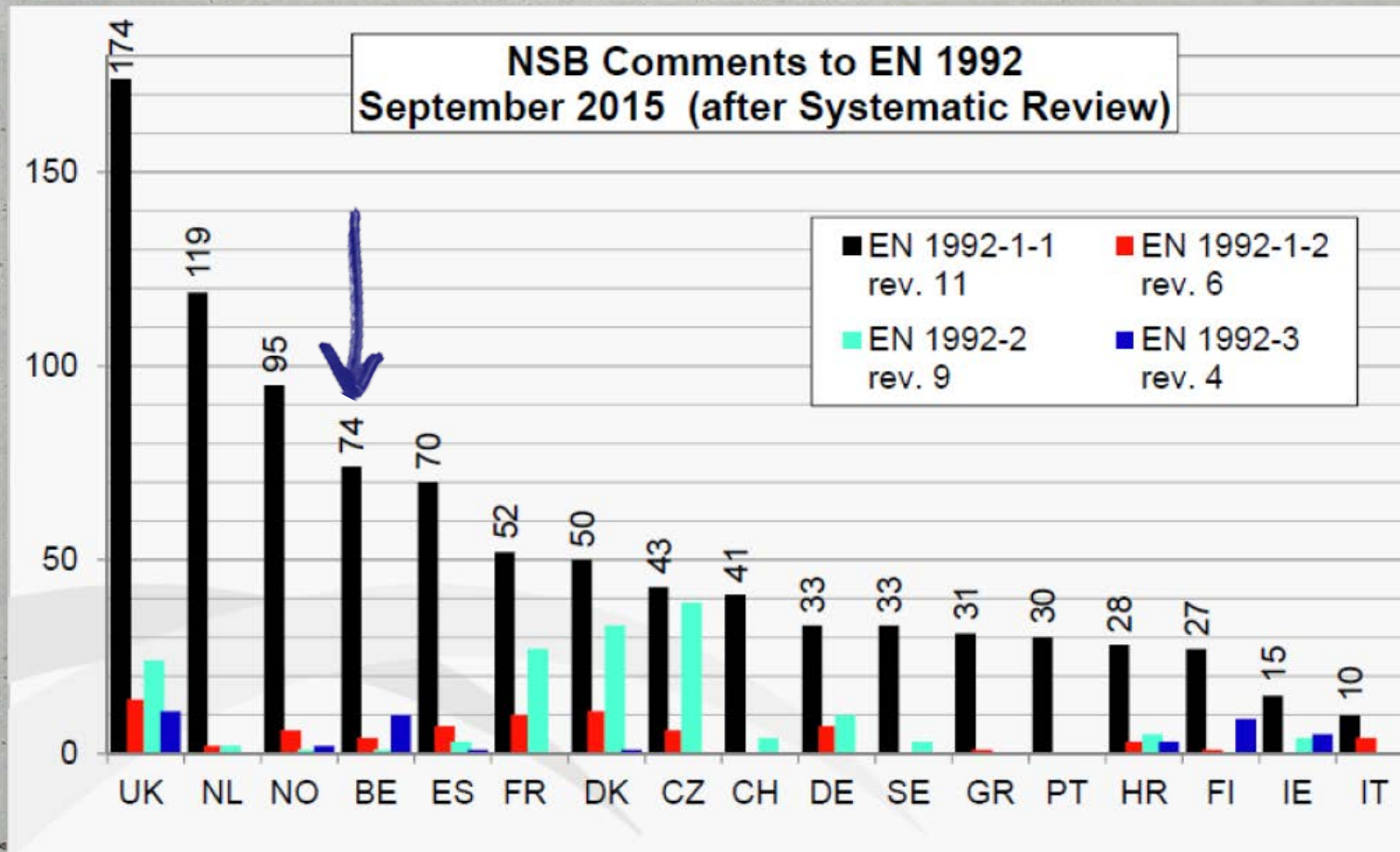
Les NDP's ne sont pas souvent légitimes !

Assessment of NDPs in EN 1992-1-1 (Feedback of NSB)

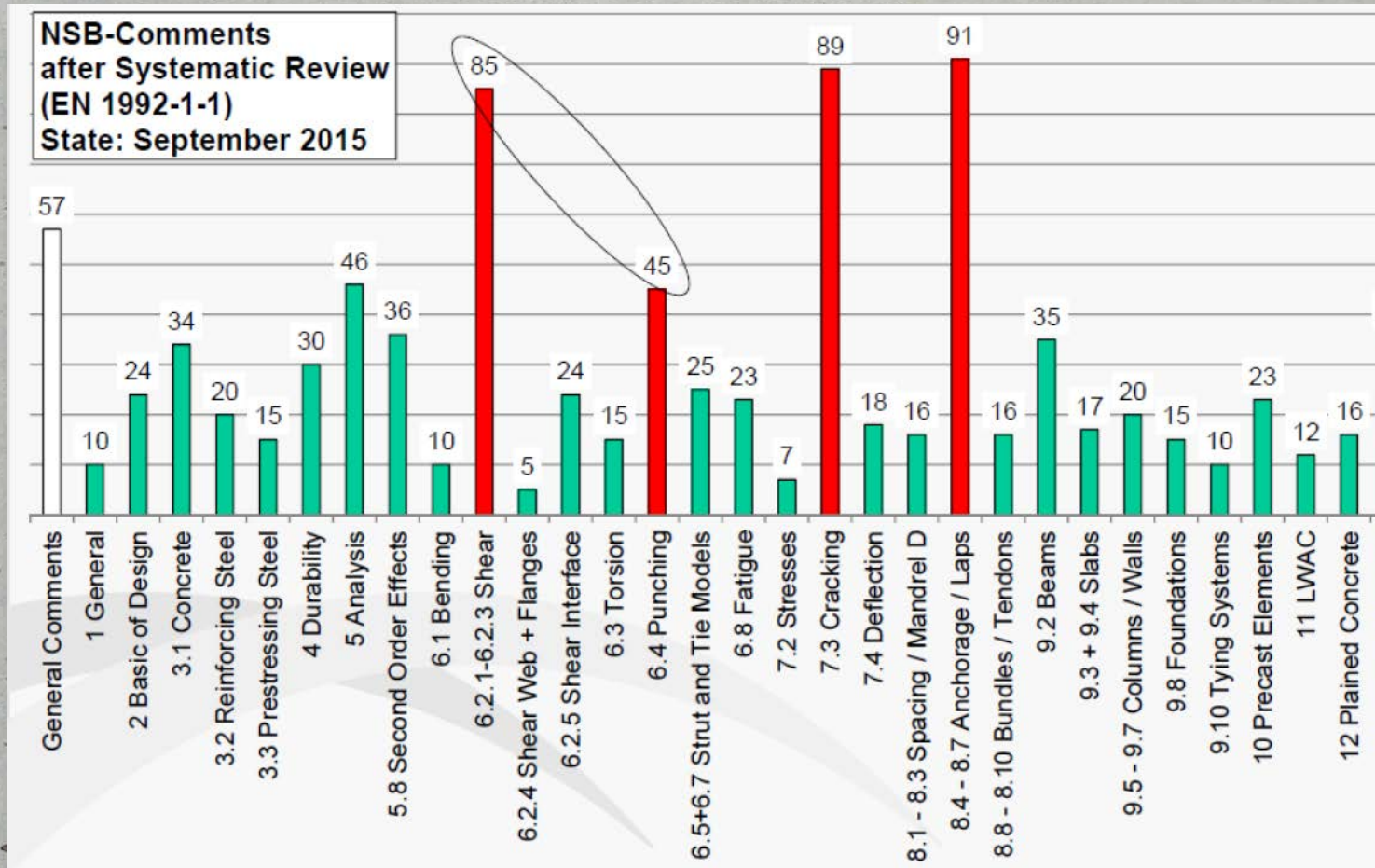
Nr.	Section	Parameter	SL N283	UK N298	FR N296	PT N296	SE N296	NN	legitimate	illegitimate	questionable
61	6.8.4 (5)	k_2	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
62	6.8.6 (1)	k_1	illegitimate	legitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate		2	3	0
63	6.8.6 (1)	k_2	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
64	6.8.6 (3)	k_3	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
65	6.8.7 (1)	N, k_1	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	legitimate		1	4	0
66	7.2 (2)	k_1	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
67	7.2 (3)	k_2	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
68	7.2 (5)	k_3, k_4	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
69	7.2 (5)	k_5	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
70	7.3.1 (5)	w_{max}	legitimate	legitimate	legitimate	legitimate	legitimate		0	0	0
71	7.3.2 (4)	$\sigma_{ct,p}$	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
72	7.3.3 (2)	Tab. 7.2N, 7.3N	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
73	7.3.4 (3)	k_3, k_4	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
74	7.4.2 (2)	l/d	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	0	0
75	8.2 (2)	$k_{1,2}$	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
76	8.3 (2)	$k_{1,2}$	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	0	4
			illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		0	5	0
			illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
			illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		5	0	0
			questionable	questionable	questionable	questionable	questionable		1	0	4
			legitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
			legitimate	legitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate		2	3	0
			illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	illegitimate		1	4	0
		$\rho_{w,min}$	questionable	questionable	illegitimate	questionable	legitimate		1	1	3
85	9.2.2 (6)	$s_{t,max}$	questionable	questionable	legitimate	questionable	legitimate		2	0	3
86	9.2.2 (7)	$s_{b,max}$	questionable	questionable	questionable	questionable	legitimate		1	0	4
87	9.2.2 (8)	$s_{t,max}$	questionable	questionable	legitimate	questionable	legitimate		2	0	3
88	9.3.1.1 (3)	$s_{max, slabs}$	legitimate	legitimate	legitimate	legitimate	legitimate		5	0	0
89	9.5.2 (1)	ϕ_{min}	illegitimate	legitimate	illegitimate	illegitimate	legitimate		2	3	0

“Member States should use the recommended values provided by the Eurocodes when nationally determined parameters have been identified in the Eurocodes. They should diverge from those recommended values only where geographical, geological or climatic conditions or specific levels of protection make that necessary.”

Traiter les commentaires du Systematic review

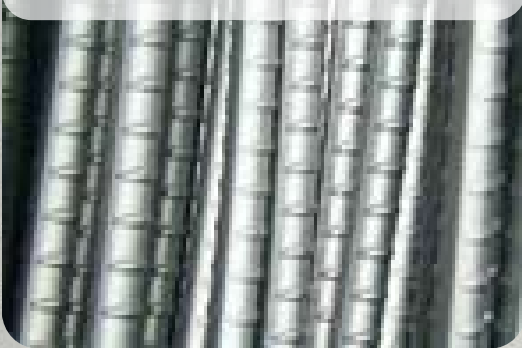


Effort tranchant, poinçonnement et fissuration sont les plus critiques



Mise à jour suivant l'état de l'art

Stainless steel



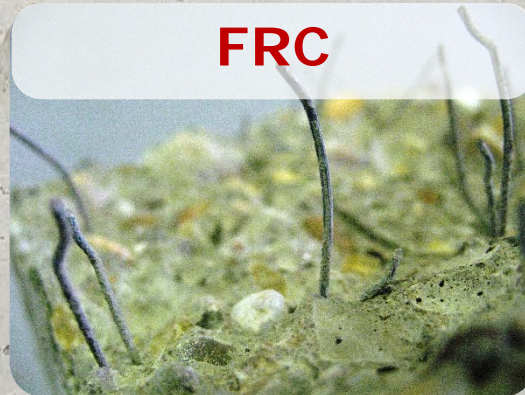
Assessment 3



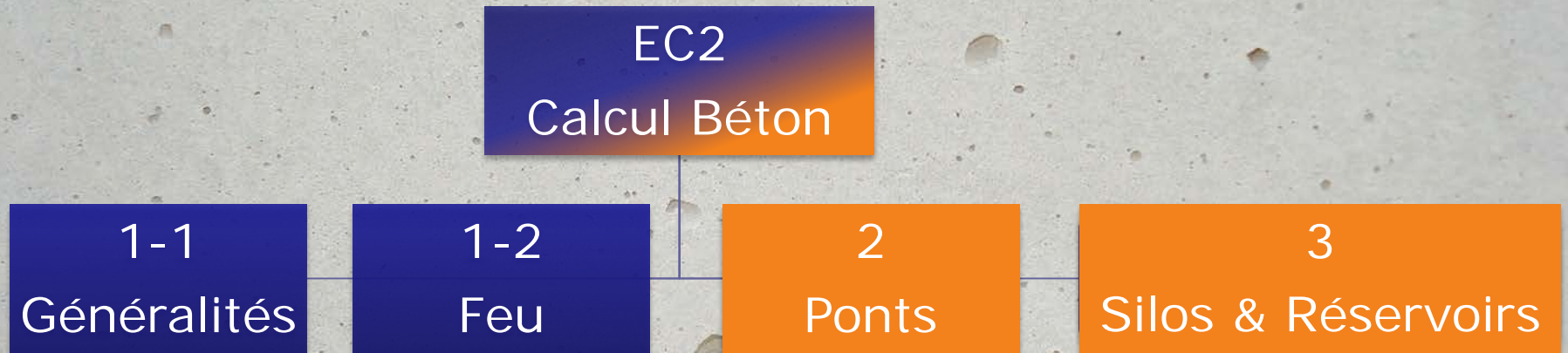
FRP



FRC

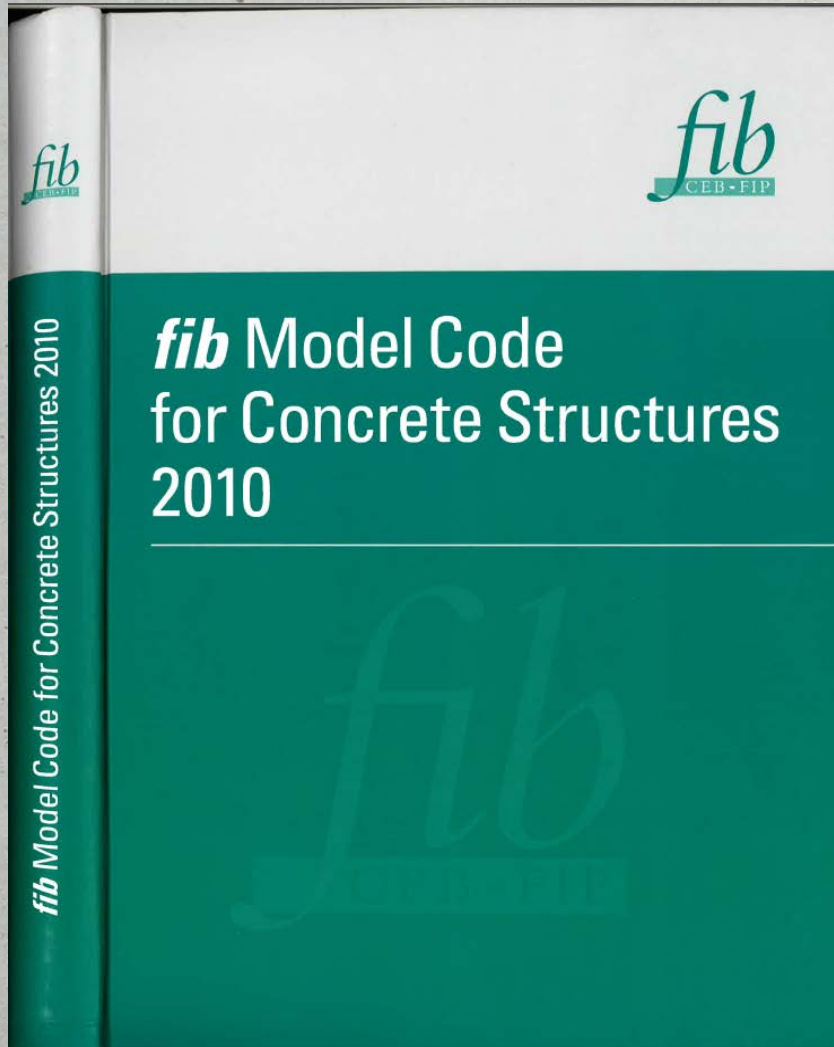


Regroupement de parties



**Seulement 5p.
spécifiques « pont » !
[WG1/TG9]**

Input from Model Code 2010



Quelques évolutions en cours...

Section 2 – Bases de calcul

Pas de grandes nouveautés

Section 3 - Matériaux

Matériaux (nouveaux)

- RAC (granulats recyclés)
- Inox
- FRP (polymère renforcé de fibres)
- FRC (béton de fibres)



Résistance

- C100
- LC80
- RAC (Recycled Aggregate Concrete)
- Classes d'acier (B400-B700)

DRAFT

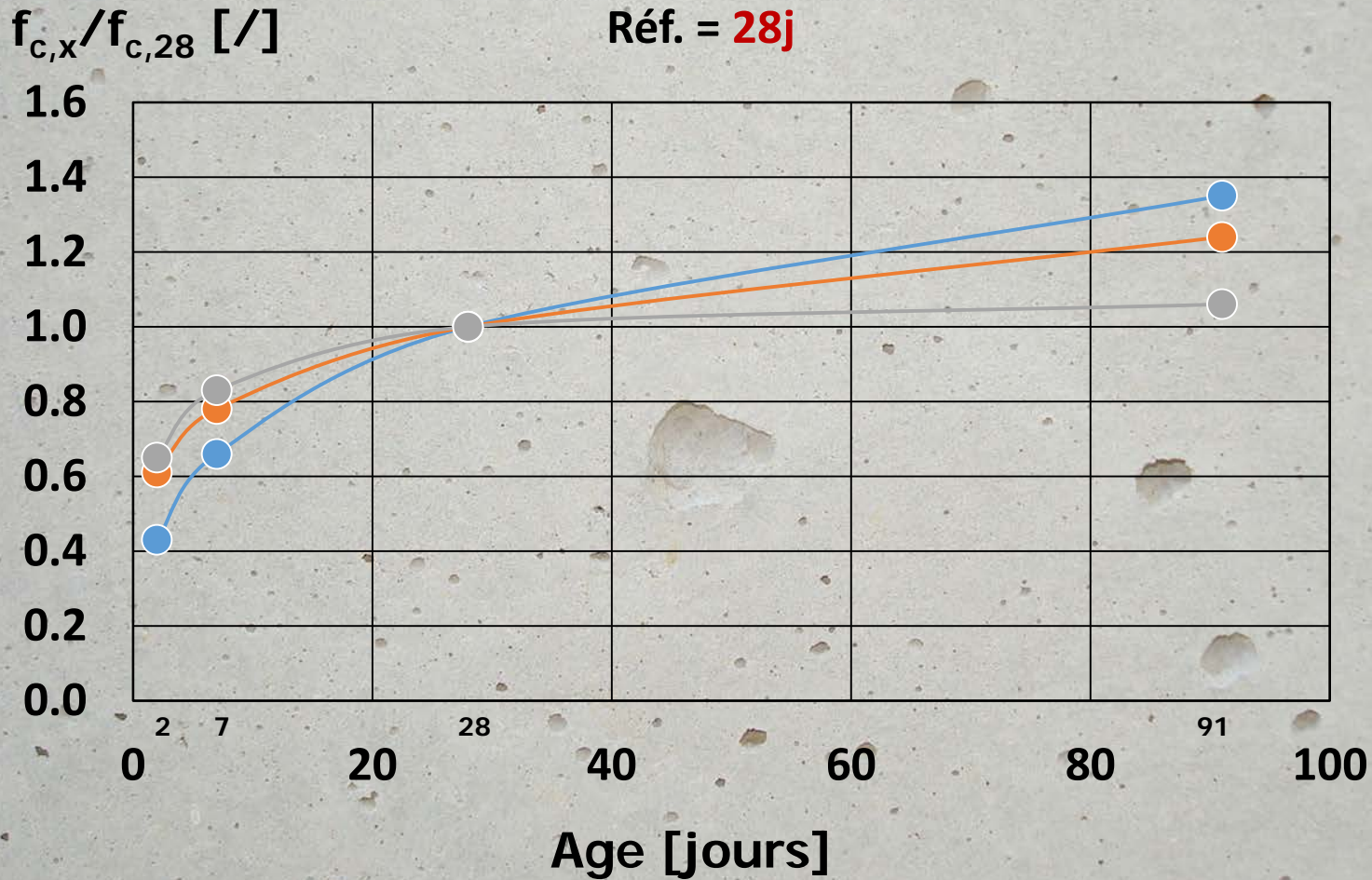


<> EN 206

Section 3 - Matériaux

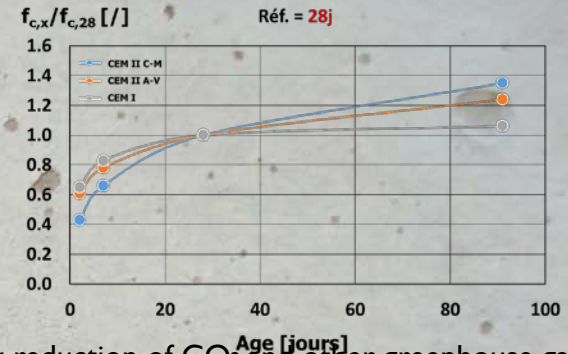
Résistance à 91 jours vs. 28 jours ?

- CEM II C-M
- CEM II A-V
- CEM I



Section 3 - Matériaux

Résistance à 91 jours vs. 28 jours ?



Sustainability etc.

- We should make sure that all efforts in improving the sustainability of concrete by reduction of CO₂ and other greenhouse gas emissions are appreciated and honored

Economy

- We should utilize the full strength potential of our concrete, not “give away” 35-50% strength increase

Technical

- Use correct strength when calculating minimum reinforcement not one that is 20-30% too low
- Use correct strength when assessing robustness and risk of brittle failure
- Use correct strength and stiffness in non-linear analyses where also overstrength is a concern
- Less early heat development is helpful to avoid early thermal cracking
- Simpler definition of in situ design strength that solves α_{cc} question
- Better reference point for scientific observations in research
- Use only one system common for all. Allowing on an individual basis taking account of additional gain of strength is a potential safety hazard for misunderstanding in communication between designer/user/producer and will only give a marginal effect in reduction of CO₂-footprint.

Technical /Economical

- Slow strength development can reduce production rate on site
- Late confirmation of conformity on strength, note however that EN 206 already allow confirmation first after 3 respectively 6 months (§8.2.1.3.2(4)), but that early confirmation is possible for example by use of control charts which is allowed by EN 206 and will give confirmation within 7 days,
- Loss of “history”, much research work becomes more difficult to refer to (this is however a problem inherent in getting new concretes anyhow)

Section 3 - Matériaux

RAC : max C30

- Max C30
- Approche « deemed to satisfy » EN 206
- Lien avec les classes de résistance à l'exposition
- Spectre utilisation plus large si tests réalisés

Table 3.2: Maximum fraction of recycled coarse aggregates (4/32) in strength class C30 and lower, for exposure resistance classes documented by deemed to satisfy values in EN 206¹

Recycled aggregates (4/32) Type according to EN 12620	RX0	RC40	RC30	RC20	RSD
Type A	30%	30%	30%	20%	0
Type B	30%	30%	20%	0%	


¹ Where the resistance class is documented by tests with the actual recycled aggregates the maximum value may be taken as 30%.

Section 3 - Matériaux

Design

- Nouvelle formule pour f_{cd}
- Discussion sur α_{cc}

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \eta_{fc} f_{ek} / \gamma_C$$


$$\eta_{fc} = \left(\frac{30 \text{ MPa}}{f_{ck}} \right)^{1/3} \leq 1$$

Section 3 - Matériaux

Design

- Nouvelle formule pour f_{cd}
- Discussion sur α_{cc}

(2) The value of α_{cc} may conservatively be assumed to be 0,85.

Alternatively, the value may be based on an analysis of the proportion of the stress arising from permanent actions, as follows:

- $\alpha_{cc} = 0,85$ where the stress from permanent actions is **>95%** of the total stress
- $\alpha_{cc} = 1,00$ where the stress from permanent actions is **<85%** of the total stress

Intermediate values may be calculated by interpolation.

Section 4 - Durabilité

Nouvelles classes d'exposition (cfr. CEN TC104 : EN 206)

Table 2 Definition of exposure resistance classes

Corrosion of reinforcement						Deterioration of concrete			
Carbonation Resistance Class			Chloride Resistance Class			Freeze/thaw Resistance Class		Chemical Aggressiveness Class (for later)	
RC40	RC30	RC20	RSD75	RSD60	RSD45	RF10	RF2	RCA	RCA
(Low)	(Medium)	(High)	(Low)	(Medium)	(High)	(Medium)	(High)	(Medium)	(High)
Definition of class is 50-years of exposure to XC3 (Rh 65%) with 10%-probability of carbonation front exceeding (mm) NOTE;			Definition of class is 50-years of exposure to XS2, with 10%-probability of chloride concentration exceeding 0,5% at depth (mm)			Definition of class is 50-years of exposure to XF4, with 10%-probability of scaling loss exceeding (kg/m ²) or more probably it should be given in loss after N-cycles tested according to EN ZZZ		Definition of class is 50-years of exposure to XA3, ground water with SO ₄ ²⁻ 6000mg/l and 10%-probability of loss exceeding (g/m ²)[??]	
40	30	20	75	60	45	10	2	?	?

NOTE:
 Low resistance - high ingress
 High resistance - low ingress

Section 4 - Durabilité

Impact sur enrobage :

Table 4.4: Minimum concrete cover $c_{min,dur}$ dependant on design service life, exposure class and exposure resistance class

Preliminary values		Minimum cover for 50, 100 and 200 years design working life, recommended values (preliminary values)						
Exposure Class		RC20 ²			RC30 ²		RC40 ²	
	(S4) ⁶	50	100	200(?)	50	100	50	100
		$c_{min,b}$	$c_{min,b}$	$c_{min,b}$	$c_{min,b}$	$c_{min,b}$	$c_{min,b}$	$c_{min,b}$
X0 ¹	(10)							
XC1	(15)	10	15	20	10	20	10	20
XC2	(25)	15	20	30	20	30	25	35
XC3	(25)	15	20	30	20	30	25	35
XC4	(30)	15	20	30	20	30	25	35
XD1 ⁵	(35)	30	35	45	35	45	40	50
XS1 ⁵	(35)	30	35	45	35	45	40	50
		RSD45			RSD60		RSD75	
XD1 ⁵	(35)	25	30	35	30	40	35	50
XS1 ⁵	(35)	25	30	35	30	40	35	50
XD2	(40)	45	55	65	55	70	70	NA
XS2 ³	(40)	45	55	65	55	70	70	NA
XD3 ⁴	(45)	55	65	75	70	NA	80	NA
XS3 ³	(45)	55	65	75	70	NA	80	NA

Section 5 – Analyse structurale

Adaptations

- Utilisation éléments finis non linéaire pour la conception ou la vérification des structures
- Effet dimensions sur la capacité rotationnelle plastique
- Effets second ordre

Section 6 – Etats Limites Ultimes (ELU)

Draft pas encore disponible...

Section 7 – Etats Limites Service (ELS)

Méthodes simplifiées

Prise en compte du retrait dans calcul fissure

Effet surdimensionnement armatures

Paramètres d'amortissement

$$\phi_s = \phi_s^* \frac{f_{ct,ef}}{2,9} \frac{h_{cr}}{8(h-d)}$$

$$S_{\max} = S_{\max}^* \left(\frac{\phi_s}{\phi_s^*} \right)^2 \frac{300}{h(mm)}$$

The **effect of over-reinforcement** in the calculation of deflections has been formulated (request from UK):

$$\delta = \frac{1}{k_I} \left[k_{\omega} \delta_{LOADS} + k_S \delta_{\epsilon_{cs}} \right]$$

$$k_{\omega} = \left(\frac{\omega_{prov}}{\omega} \right)^{0.6}$$

- Proposal for the definition for the values of the **effective damping ratio for concrete**. These values are based on measurements carried out in Laboratory conditions and on real structures:
 - $\xi=1,0\%$ for prestressed concrete structures
 - $\xi=2,0\%$ for reinforced concrete structures

Section 7 – Etats Limites Service (ELS)

For pure bending of rectangular sections:

$$A_{s,cc} \sigma_s = 0,2 k_h f_{ct,ef} A_c \quad (7.1)$$

For pure tension

$$A_{s,cc} \sigma_s = k_h f_{ct,ef} A_c \quad (7.2)$$

(2) The calculated surface crack width, $w_{k,cal}$, may be calculated from Expression (7.9):

$$w_{k,cal} = s_{r,max,cal} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \eta_r \varepsilon_{cs}) \quad (7.9)$$

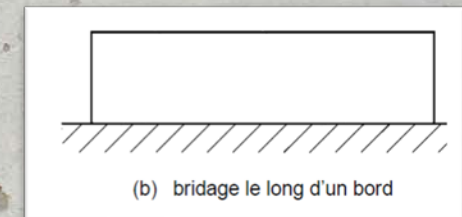
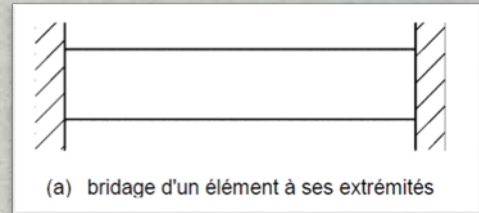
Section 7 – Etats Limites Service (ELS)

Influence of boundary conditions

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,ef}}{\rho_{p,ef}} (1 + \alpha_s \rho_{p,ef})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \eta_r \varepsilon_{cs} = R_{ax} \varepsilon_{free}$$

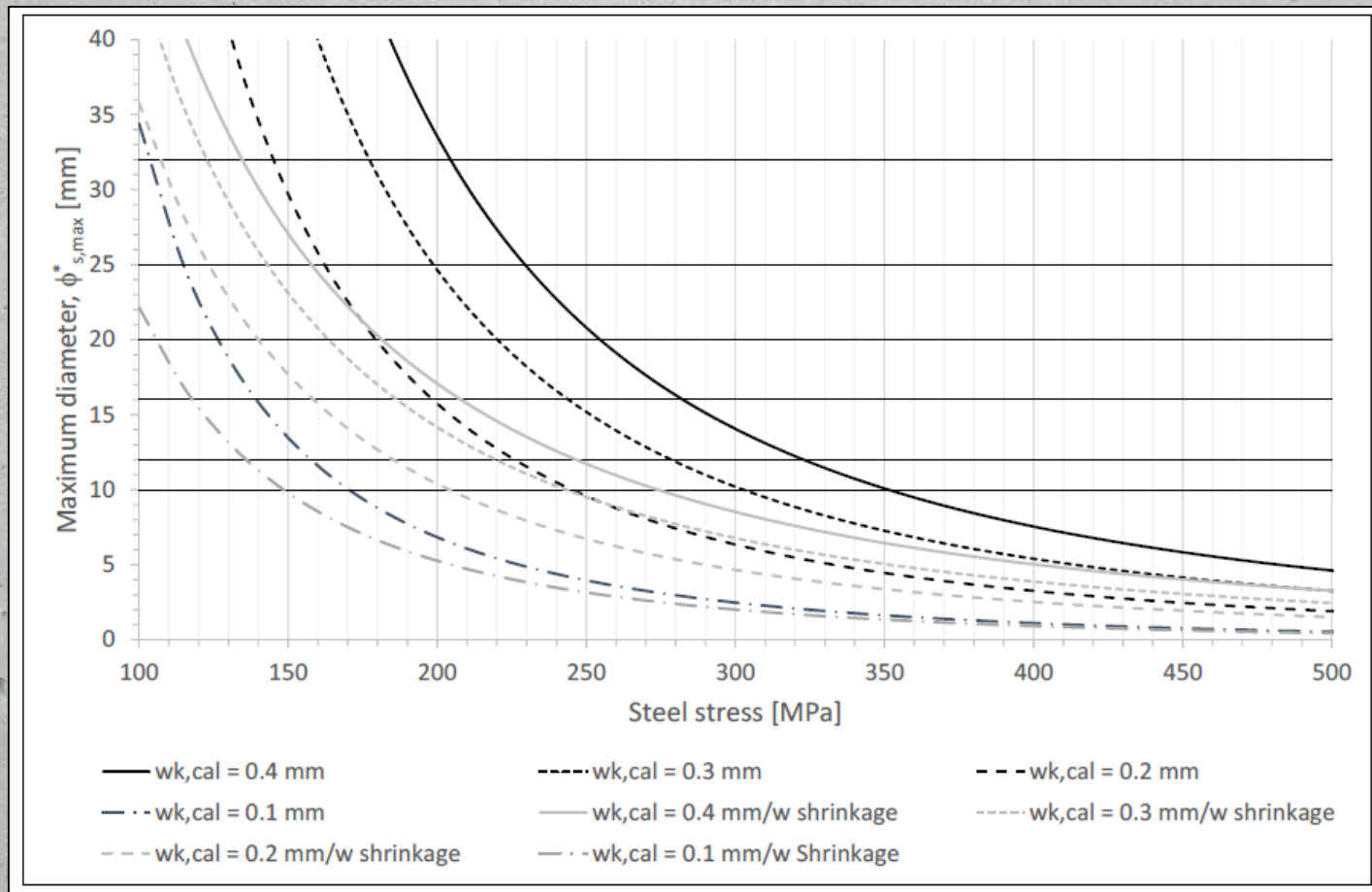
$$s_{r,max} = 2c + 0.35k_1\phi / \rho_{p,ef}$$



Section 7 – Etats Limites Service (ELS)

Dmax vs Contrainte de traction

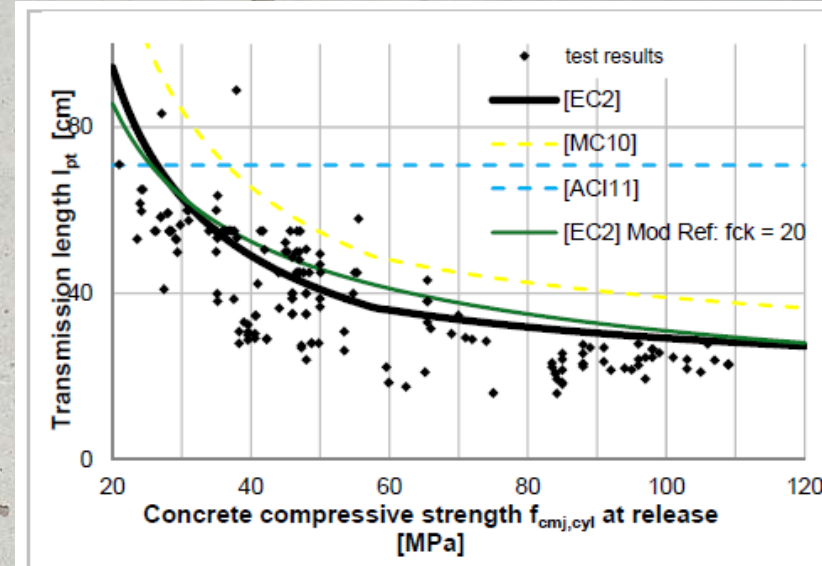
- Prise en compte du retrait



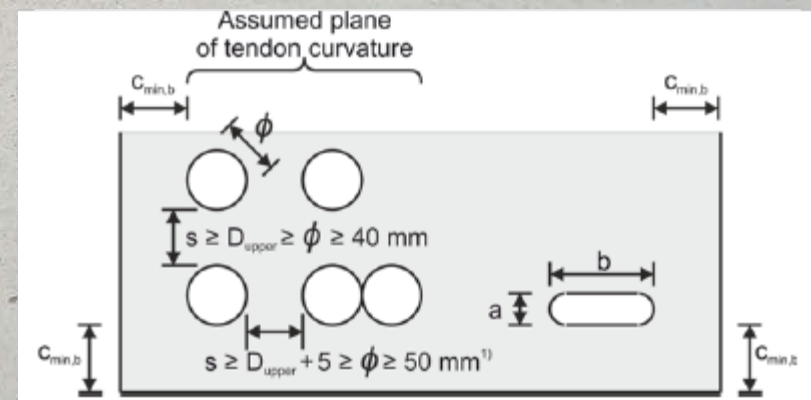
Section 8 – Detailing rebar

Prestressing (+harmon.)

- Transmission length l_{pt}



- Cover (special cases)



Section 9 – Detailing elements

$A_{s,min}$

$A_{s,max}$

Robustesse

9.2 Beams (New table for Detailing requirements for reinforcement in beams)

Description	Symbol	Requirement
Minimum tension reinforcement, longitudinal, shear and torsion	$A_{s,min}$	9.1(6)
Minimum bottom steel at inner supports		$0,25 A_{s,req \text{ span}}$
Minimum bottom steel at end supports		$0,25 A_{s,req \text{ span}} \geq A_{s,min}$
Minimum top steel at end supports, if monolithic		$0,25 A_{s,req \text{ span}}$
Maximum longitudinal spacing of shear assemblies/stirrups	$S_{max,l}$	$0,75d (1 + \cot \alpha) \leq 300 \text{ mm}^1$
Maximum longitudinal spacing of bent-up bars	$S_{max,bu}$	$0,6d (1 + \cot \alpha)$
Maximum transverse spacing of shear legs	$S_{max,tr}$	$0,75d \leq 600 \text{ mm}$
Minimum ratio of shear reinforcement in the form of stirrups	$\rho_{w,stir}$	$0,5 \rho_w \geq \rho_{w,min}$
Maximum stirrup spacing for torsion		$u/8 \leq \text{the lesser of } b \text{ and } h$
Maximum spacing of longitudinal surface reinforcement in beams with $h \geq 700 \text{ mm}$		300 mm
¹ The absolute value of 300 mm applies to shear reinforcement at the surface		

$A_{s,max}$ was deleted for the moment, it will be checked if it can be derived from other clauses before.

The maximum longitudinal spacing of bent-up-bars was adapted to $0,6d (1 + \cot \alpha)$
Discussion with TG 4 needed

9.4.1 Longitudinal reinforcement

Additional rules for robustness

- Bottom reinforcement of at least two bars
 - Minimum: $A_s f_{yk} = V_{Ed}$
 - V_{Ed} is the design value of the acting shear force with $\gamma_f = 1,0$.

Section 10 - Préfab

Draft pas encore disponible...

Section 11- Granulats légers

Draft pas encore disponible...

Section 12 – Béton non/peu armé

Diagramme contrainte-déformation

(2) When tensile stresses are considered for the design resistance of plain concrete members, the stress strain diagram (see 3.1.7) may be extended up to the tensile design strength using Expression (3.16) or a linear relationship.

$$f_{ctd,pl} = \alpha_{ct,pl} f_{ctk,0,05} / \gamma_c \quad (12.1)$$

Comparison of NDPs:

$\alpha_{cc,pl}$:

United Kingdom 0,60

Ireland 0,60

Sweden 1,0

Denmark 1,0

Estonia 0,70

Spain 0,85

$\alpha_{ct,pl}$:

Sweden 0,50

Denmark 1,0

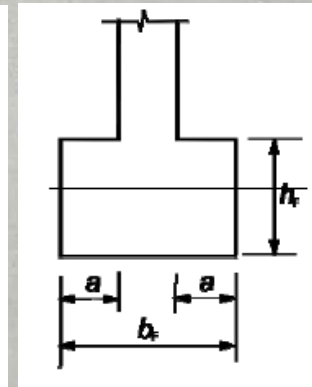
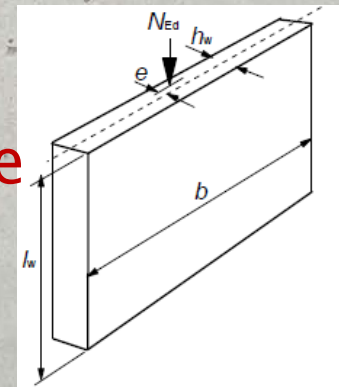
Estonia 0,60

Finland 0,60

Spain 0,85

Méthode simplifiée
avec élimination excentricité fluage

Strip footings éliminées



Evolutions – FRC (future Section 13/Annexe L ?)

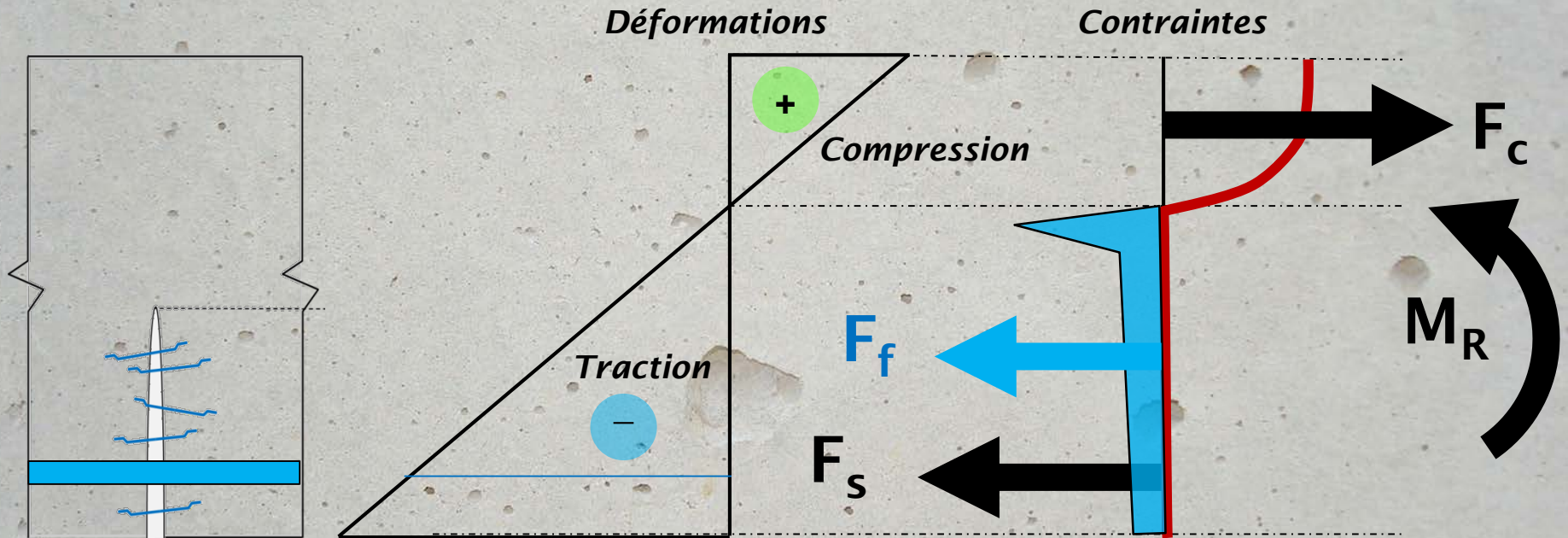




Est-ce
fiable ?

Calcul de la section de BRF

Rappel BA traditionnel + fibres



Hypothèses de base MC'10

BRF avec ou sans armatures traditionnelles

Comportement en compression pas influencé par fibres ($V_f < 1\%$)

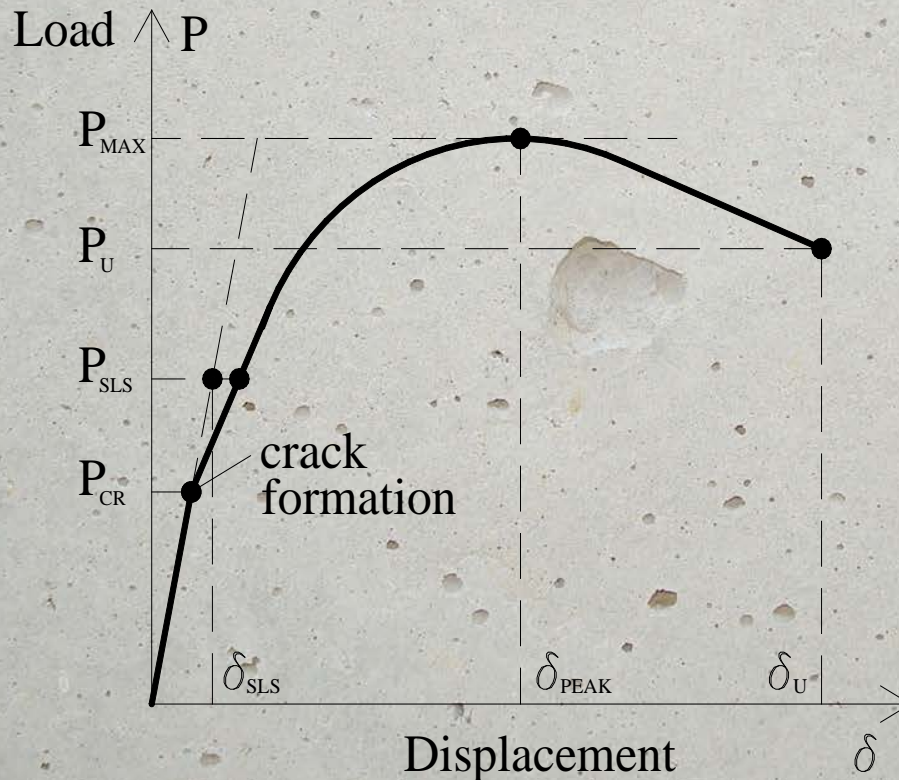
Fibres de tout type mais...

- Expérience basée sur fibres acier
- « Les fibres à base de matériau présentant un module de Young significativement affecté par le temps et/ou les phénomènes hygro-thermiques ne sont pas couvertes par le MC'10 »

Ductilité minimale (structure)

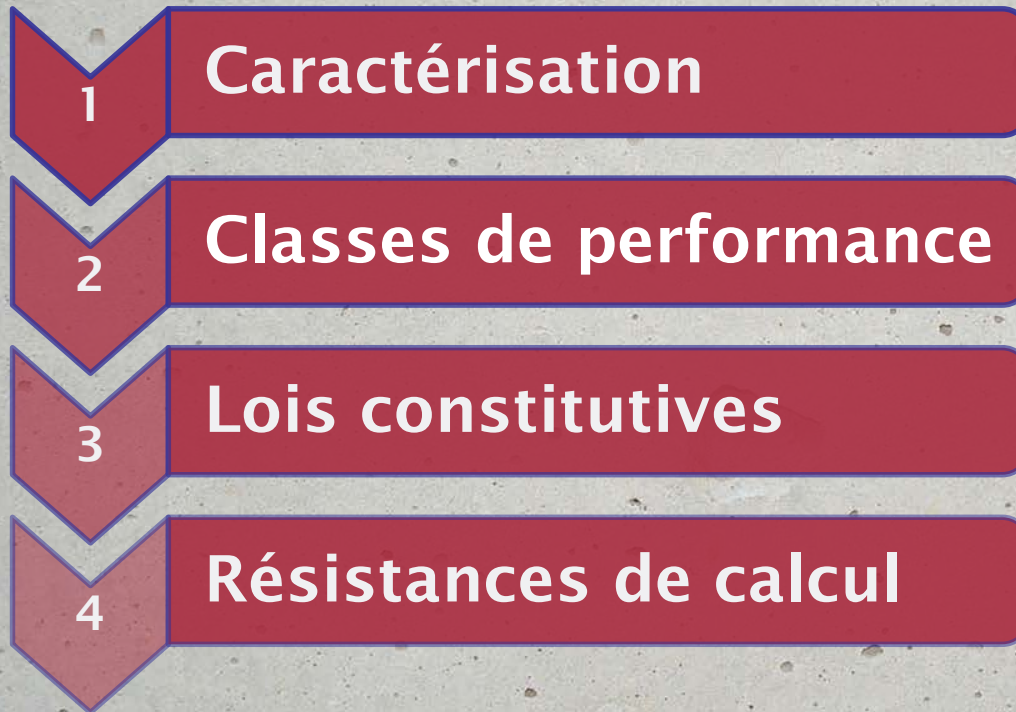
Ductilité apportée par armatures traditionnelles

Ductilité apportée par BRF (pas d'armatures tradit.)



$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_u \geq 20 \delta_{SLS} \\ \text{OU} \\ \delta_{peak} \geq 5 \delta_{SLS} \end{array} \right.$$

Du matériau au calcul de structure



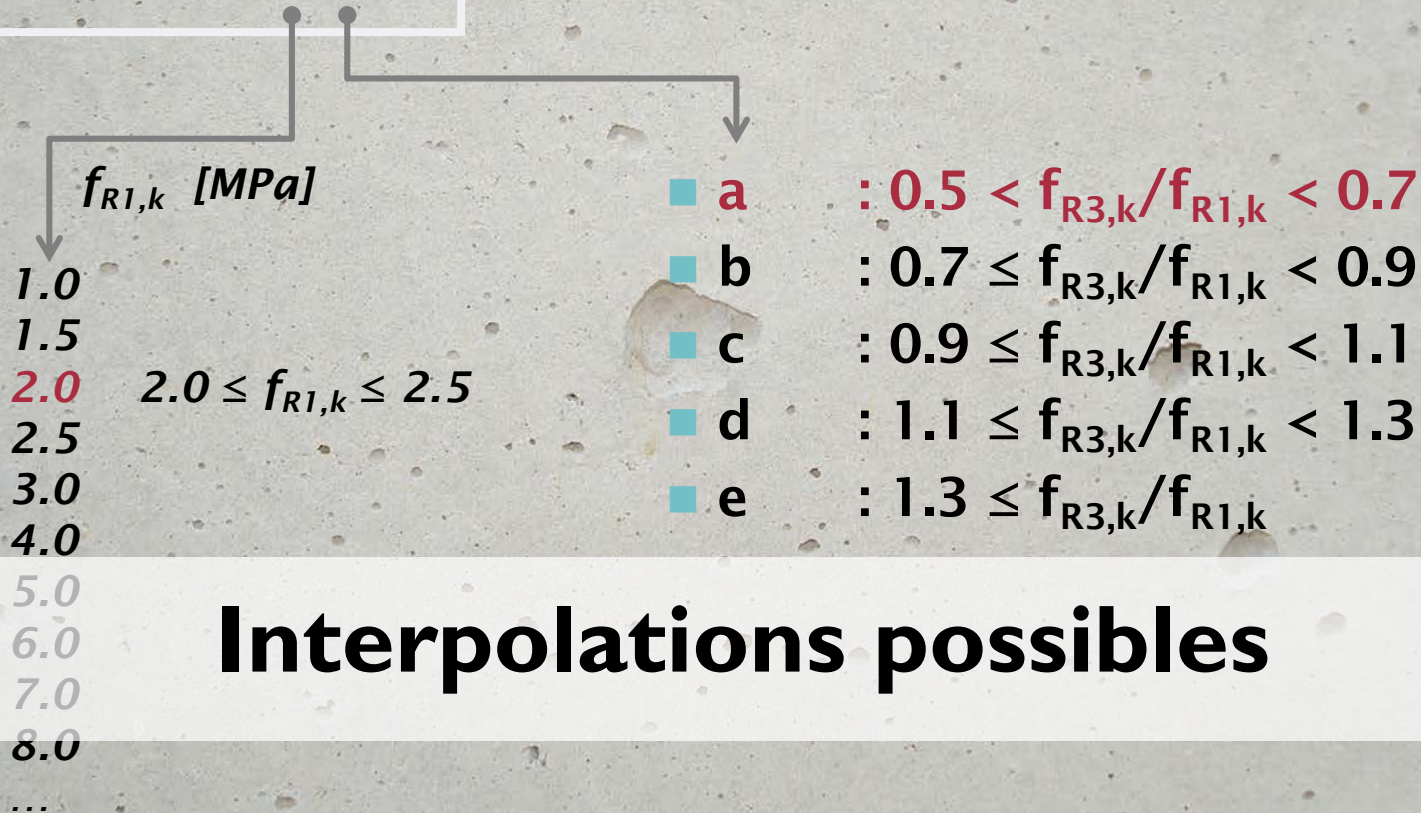
Classes de performance

Proposition de classification MC2010



EN 14651

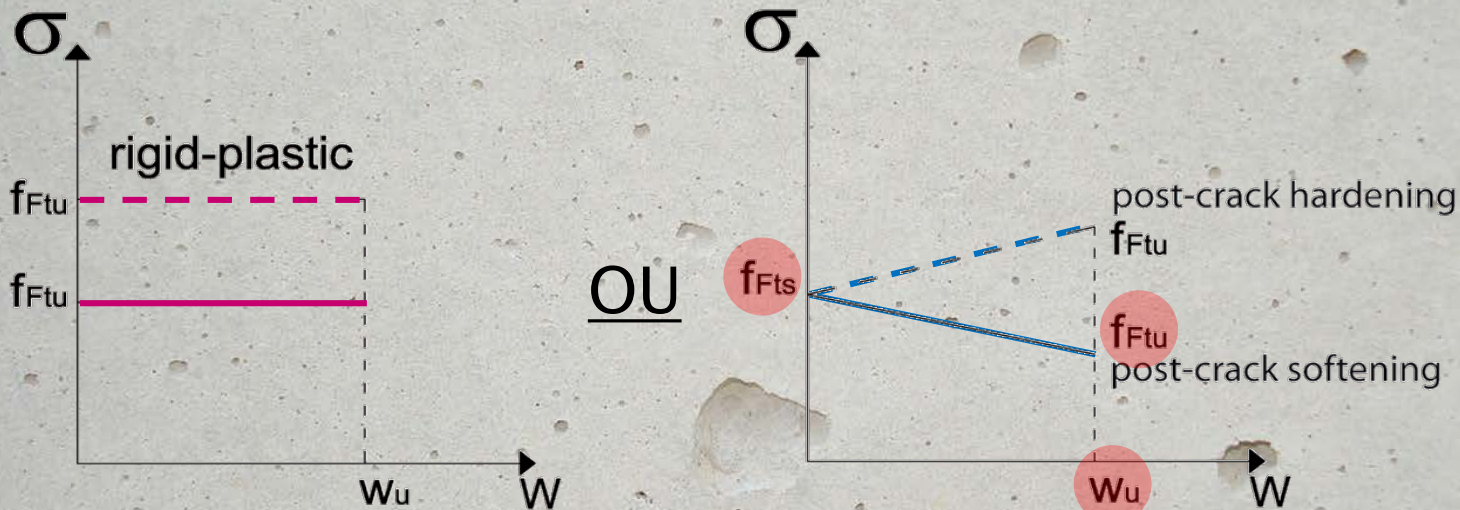
Classe 2a



Interpolations possibles

Loi constitutive en traction uniaxiale

Approche « normative »

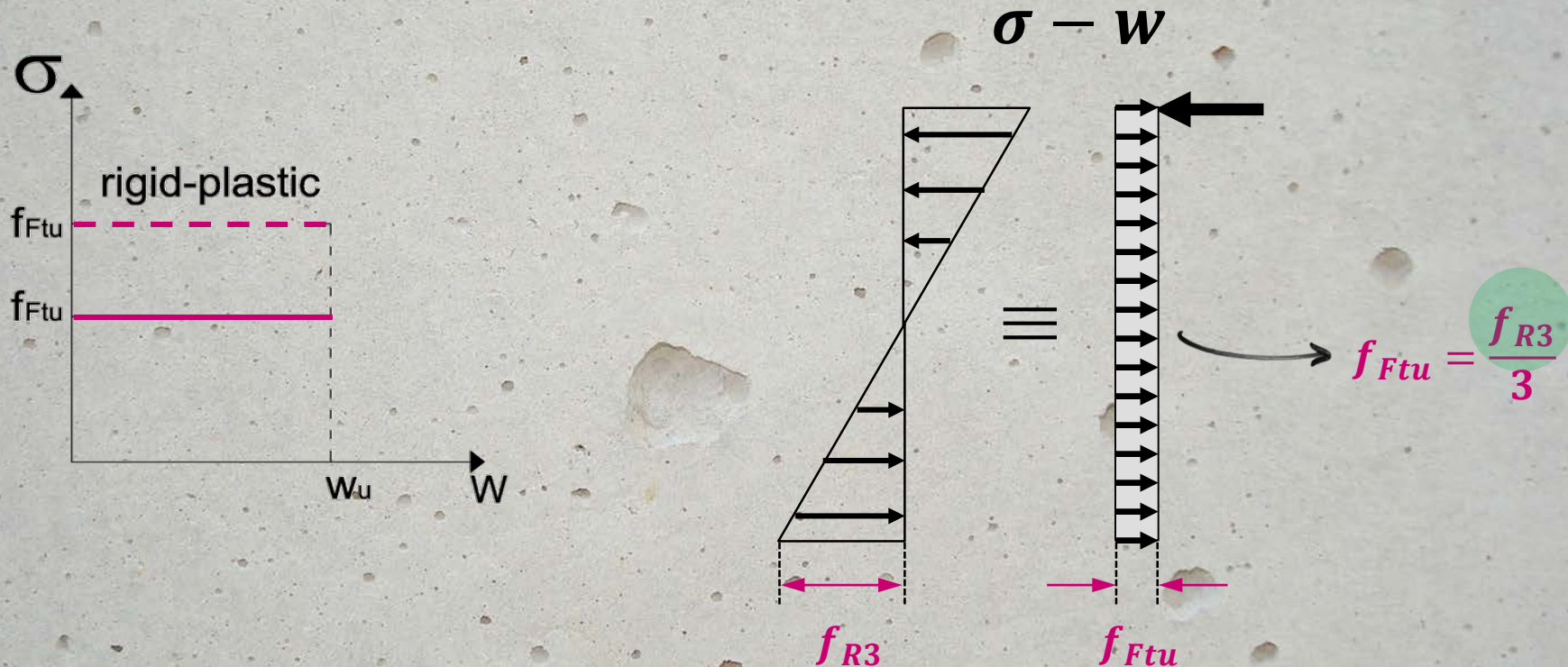


$$f_{Ftu} = \frac{f_{R3}}{3}$$

$$\begin{cases} f_{Fts} = 0.45f_{R1} \\ f_{Ftu} = f_{Fts} - \frac{w_u}{CMOD_3} (f_{Fts} - 0.5f_{R3} + 0.2f_{R1}) \end{cases}$$

Loi constitutive en traction uniaxiale

Approche *fib* MC 2010 : 1) Modèle rigide-plastique



Drafting EC2 for FRC

3.1.6 Design compressive and tensile strengths {new clause (3)}

(3)P The values of the design residual tensile strength, f_{Ftsd} and f_{Ftud} are defined as

$$f_{Ftsk} = \kappa_O \cdot \kappa_G \cdot \alpha_{t1} \cdot f_{R,1k} \quad (3.16a)$$

$$f_{Ftuk} = \kappa_O \cdot \kappa_G \cdot \alpha_{t3} \cdot f_{R,3k} \quad (3.16b)$$

$$f_{Ftsd} = f_{Ftsk} / \gamma_{SF} \quad (3.16c)$$

$$f_{Ftud} = f_{Ftuk} / \gamma_{SF} \quad (3.16d)$$

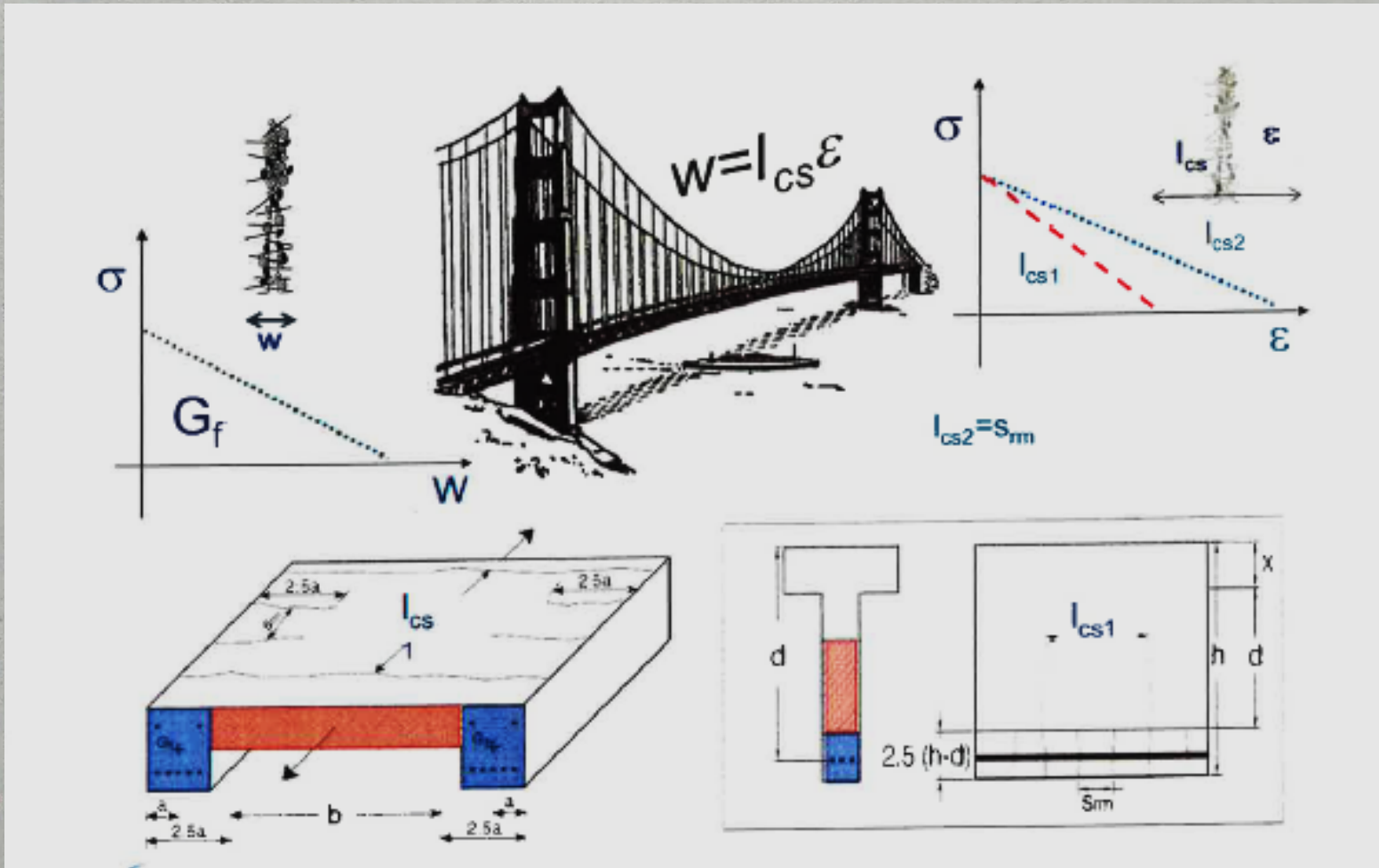
K_O is for taking orientation of fibres into account

K_G is for volume effects

α_{tx} is for conversion based on (real) stress distribution assumption ($\sim 0,37$ for f_{Ftu})

Passage au diagramme $\sigma - \varepsilon$

Longueur structurale caractéristique (l_{cs}) $\rightarrow \varepsilon = \frac{W}{l_{cs}}$

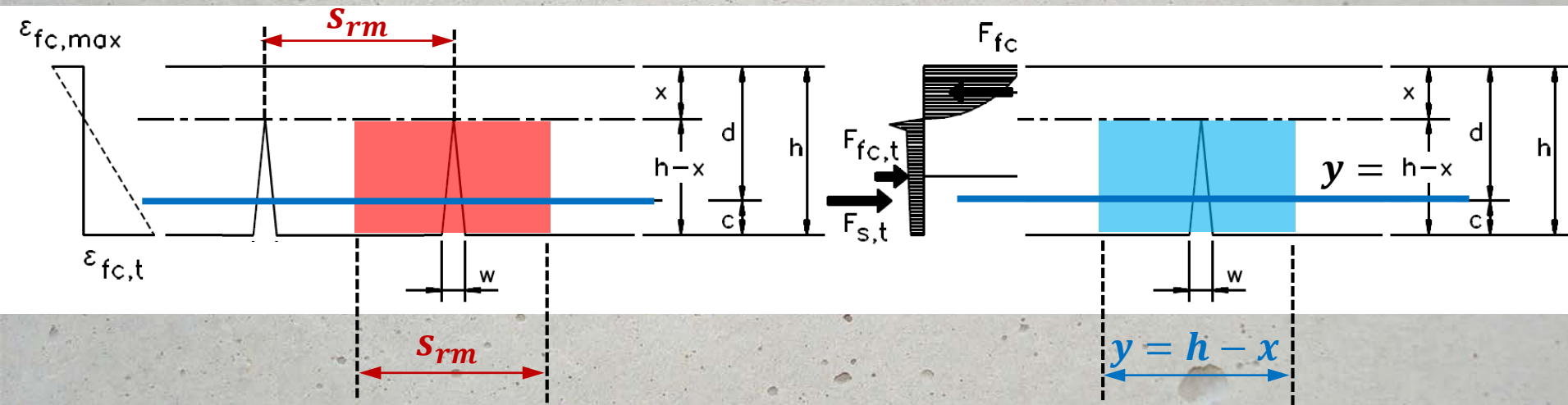


Passage au diagramme $\sigma - \varepsilon$

Longueur structurale caractéristique (l_{cs})

1 $l_{cs} = \min\{s_{rm}, y\}$

$$\varepsilon = \frac{w}{l_{cs}}$$

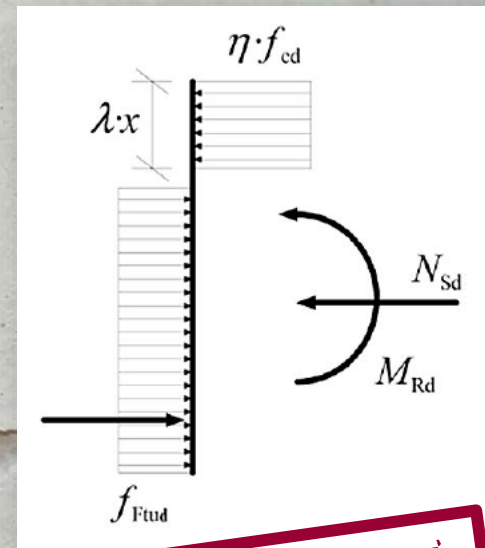
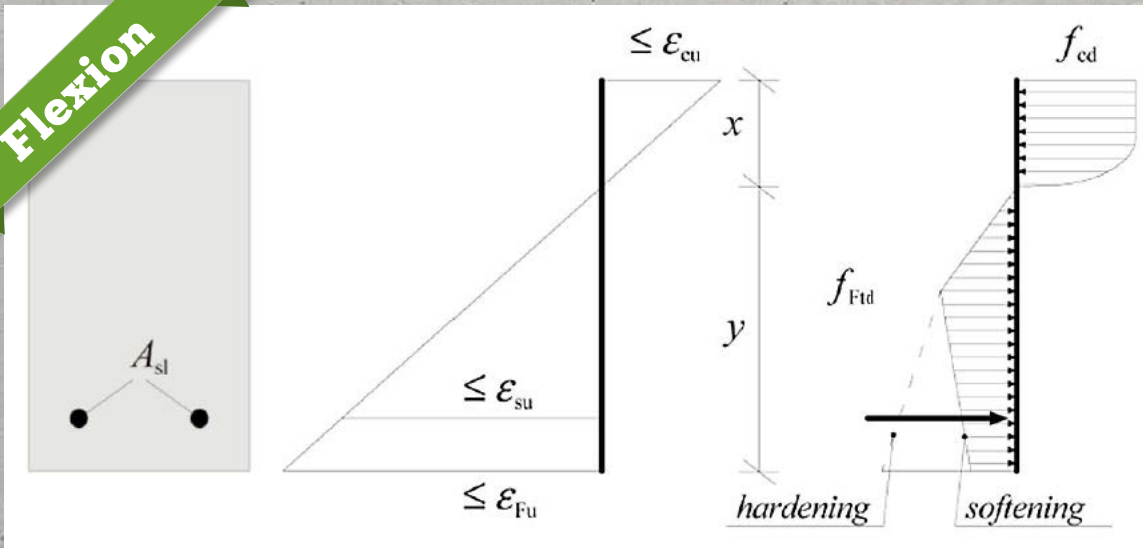


Si pas d'armatures $\rightarrow y = h$

ELU – Flexion et/ou compression axiale dans éléments linéaires

Relation contrainte-déformation (simplifiée) MC'10

Flexion



- Déformation max en compression béton (ϵ_{cu2})
- Déformation max de l'acier (ϵ_{ud})
- Déformation max du BRF (ϵ_{Fu})

ÉCHEC

Toolbox « Eurocodes »

www.normes.be/eurocodes



- Généralités
- Fiches Eurocodes
- Modules de calcul
- Publications et normes
- Liens
- Contactez-nous

Fiches Eurocodes

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la date de publication des Eurocodes, de celle de leurs Annexes Nationales (ANB) et de la publication de documents correctifs (AC = corrigendum et A1 = addendum).

De plus, la dernière colonne du tableau donne accès à des fiches synthétiques sur les Eurocodes réalisées par l'Antenne Normes Eurocodes.












Partie	Titre en français	Publication EN	Publication ANB	Corrigenda (AC)* Addenda (A1)**	Fiches
NBN EN 1990 : Eurocode 0 : Bases de calcul des structures :					
	Bases de calcul des structures	sept. 2002	jan. 2013	A1:2006 AC:2010	
NBN EN 1991 : Eurocode 1 : Actions sur les structures :					
-1	Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges caractéristiques, surcharges	sept. 2002	oct. 2010	AC:2009	
-1-2	Actions générales - Actions sur les structures exposées au feu	juin 2003	janv. 2009	AC:2013	 
-1-3	Actions générales - Charges de neige	nov. 2003	2007	AC:2009 A1:2015	
-1-4	Actions générales - Actions du vent	nov. 2005	déc. 2010	AC:2010 A1:2010	
-1-5	Actions générales - Actions thermiques	janv. 2004	mai 2009	AC:2009	
-1-6	Actions générales - Actions en cours d'exécution	nov. 2005	déc. 2010	AC:2013	
-1-7	Actions générales - Actions accidentelles	déc. 2006	fév. 2012	AC:2010 A1:2014	
-2	Actions sur les ponts, dues au trafic	janv. 2004	oct. 2011	AC:2010	
-3	Actions induites par les appareils de levage et les machines	nov. 2006	oct. 2011	AC:2012	
-4	Silos et réservoirs	nov. 2006	oct. 2011	AC:2012	
NBN EN 1992 : Eurocode 2 : Calcul des structures en béton					
-1-1	Règles générales et règles pour les bâtiments	fév. 2005	mai 2010	AC:2010	

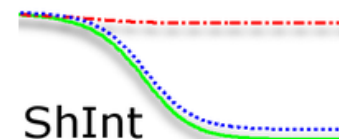
TABLEAU RECAP & FICHES

- Généralités
- Fiches Eurocodes
- Modules de calcul
- Publications et normes
- Liens
- Contactez-nous

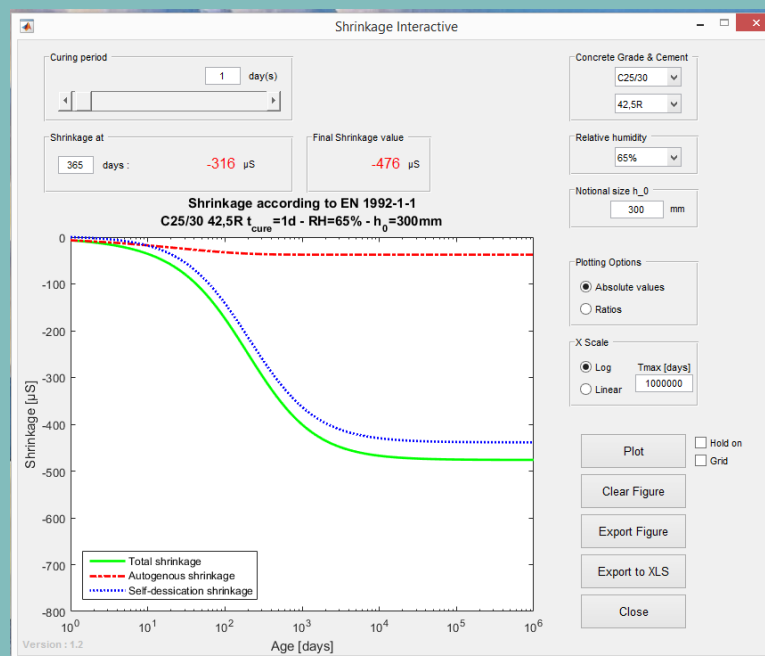
Ce module permet de calculer le retrait d'un béton en fonction de ses caractéristiques (classe de béton, classe de ciment, temps de cure, ...). Ce module permet non seulement de calculer le retrait final, mais aussi le retrait à n'importe quel autre moment. Il permet en outre d'exporter les informations calculées vers un fichier Excel pour être retravaillées par la suite. Il permet encore d'enregistrer les différents graphiques sous forme d'image pour les publier dans un rapport par exemple.

Ci-dessous, vous trouverez tous les fichiers d'installation et d'aide.

Contenu	Lien	Taille
ShInt (Shrinkage Interactive)		785 KB
ShInt - Help		0,5 MB
Version 1.2 (janv. 2016)		



MODULES DE CALCUL





AN-NA Eurocodes

59 members

LinkedIn

✓ Member


Start a conversation with your group



Post a conversation



Share a job

Enter a conversation title ..

Add some details or use @ to mention...



Post

RESEAUX SOCIAUX

ABOUT THIS GROUP

L'ANTENNE NORMES Eurocodes a pour objectif de faire connaître, à l'ensemble du secteur de la construction, la situation des Eurocodes en général et leur statut en Europe et en Belgique en particulier.

Les "Eurocodes Structuraux" constituent un ensembl...

[Show more](#)

MEMBERS

59 members


Invite others
[Conversations](#) [Jobs](#)


Benoît Parmentier

Head R&D Structural materials & Structures

... Just now

02/05/2017 - Calcul ouvrages en béton : évolutions de l'Eurocode 2 et expériences

Calcul des structures en béton : RDV le 2 mai prochain en fin de journée pour un séminaire dédié à la présentation de guides et au retour d'expérience sur certaines applications. Présentation également d'une boîte à outils et de l'évolution de la normalisation dans ce domaine...

Une organisation FEBELCEM avec le support de l'Antennes Normes "Eurocodes" du CSTC et d'autres partenaires...

Détails sur le programme ici : <https://lnkd.in/gMvgegV>

Show less
Like Comment
[About](#) [Feedback](#) [Privacy & Terms](#)

LinkedIn LinkedIn Corp. © 2017

CSTC-WTCB Catalog ?

[Advanced search](#) [Clear this search...](#)

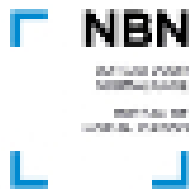
[Add all to favorites](#)

You have just performed a search. If you want to save this search to your favorite searches, please click [here](#)

Displaying 1-13 of 13 result(s).

Standard number ▲	Year of edition ▼	Title	PDF EN	PDF FR	PDF DE	PDF NL
<input type="text" value="Enter a search term"/>	<input type="text" value="Enter a search term"/>	<input type="text" value="Enter a search term..."/>				
NBN EN 1992-1-1/A1	2015	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings	★			
NBN EN 1992-2 ANB	2014	Eurocode 2 : Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules - National annex	★			
NBN EN 1992-3 ANB	2013	Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3 : Liquid retaining and containment structures - National annex	★			
NBN EN 1992-3 NL	2011	Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures	★			
NBN EN 1992-1-1 ANB	2010	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings	★			
NBN EN 1992-1-2 ANB	2010	Eurocode 2 : Design of concrete structures - Part 1-2 : General rules - Structural fire design - National annex	★			
NBN EN 1992-3	2006	Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures	★			
NBN EN 1992-1-1	2005	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings	★			
NBN EN 1992-2	2005	Eurocode 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules	★			
NBN ENV 1992-1-2	2003	Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design	★			
NBN ENV 1992-1-4	2001	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-4: General rules - Lightweight aggregate concrete with closed structure	★			
NBN ENV 1992-3	1999	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 3: Concrete foundations	★			
NBN ENV 1992-4	1999	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 4: Liquid retaining and containment structures	★			

myNBN.be





BBRI - Lab. Structures
bp@bbri.be

