



70ème journée d'étude de l'ARDIC – GEMBLOUX – 09-09-2021



PROGRAMME 1^{ère} partie

- 8h45 Accueil des participants
- 9h15 Message de bienvenue
 - J. Servais, Présidente de l'ARDIC
- 9h30 Ciment/béton, impacts sur l'environnement (étude TOTEM)
 - J.-F. Denoël, Ingénieur Conseil Bâtiments, FEBELCEM
- 9h50 <u>Le béton apparent en regard de la nouvelle norme NBN B 15-007:2018</u>
 - J.-F. Denoël
- 10h20 Un exemple de chantier : Station de traitement des eaux de la CILE à Ans
 - P.-Y. Lonneux, Chef de projets, BAM GALERE
- 10h50 Pause-café





PROGRAMME 2ème partie

- 11h20 <u>La nouvelle norme de spécification du béton NBN B 15-001:2018</u>
 C. Ployaert, Concrete Technology Engineer Inter-Beton EcoTech FEDBETON
- 11h50 <u>Le béton, matière d'aménagements urbains qualitatifs</u>
 Nathalie Balfroid, CEMCO Consult FEBELCEM
- **12h20** <u>« Port numérique » du Grognon, conception et réalisation</u> G. van der Vaeren, Administrateur délégué, JNC International
- **12h50 Conclusions**H. Camerlynck, Directeur, FEBELCEM
- 13h00 Walking lunch





Impacts environnementaux des bâtiments en béton – Etude TOTEM

Ir J.-F. Denoël

FEBELCEM
Ingénieur Conseil Bâtiment
<u>Jf.denoel@febelcem.be</u>
0478 82 43 18



Contexte général

- Première étude des impacts environnementaux des bâtiments en béton, en bois CLT et en acier réalisée par la prof. Karen Allacker (KULeuven) initiée en 2018 avec la version 1.0 de TOTEM.
 - Dans le cas de la maison mitoyenne (brique/béton/charpente en bois), les différences de coût environnemental par m² de surface brute de plancher étaient négligeables.
 - Et pour l'immeuble d'habitation, le béton a même obtenu de meilleurs résultats que l'acier et le CLT.
- Deuxième étude fin 2020 avec la version 2.04 de TOTEM pour
 - Vérifier les impacts des corrections et des nouveaux éléments
 - Évaluer les impacts environnementaux de 4 variantes de murs extérieurs.
 - Confirmer les conclusions de l'étude précédente



Mesurer l'impact environnemental des matériaux

« Il faut mesurer

sur base d'unités fonctionnelles, à l'échelle du bâtiment et le long du cycle de vie complet »



Belgian Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials in buildings

Belgische tool voor het optimaliseren van de milieuprestaties van materialen in gebouwen

> Outil belge pour évaluer l'impact environnemental des matériaux dans les bâtiments

> > www.totem-building.be



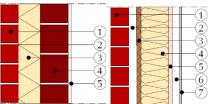


Qu'est-ce que TOTEM?



- Outil d'optimisation évolutif de l'impact environnemental total des matériaux pour les bâtiments. [Tool to Optimise the Total Environnemental impact of Materials]
- Outil en ligne développé initialement par la Région flamande et appliqué dans les 3 régions. Les partenaires sont l'OVAM, Bruxelles Environnement et le Service Public de Wallonie
- Utilisation des EPD (environmental product declaration) génériques de la base de données évolutive Ecoinvent (version 3.3) ou de la base des EPD spécifiques disponibles sur la plateforme belge.
- La bibliothèque d'unités fonctionnelles est continuellement complétée.
- Scénarios belges pour les étapes de transport, d'utilisation et de fin de vie
- Bibliothèque d'éléments de construction basée sur les pratiques belges
 Par exemple, les murs extérieurs





Le bilan environnemental des matériaux

TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials)

INDICATEURS

Set d'indicateurs





Le bilan environnemental des matériaux

TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials)

INDICATEURS

Set d'indicateurs



→ Emissions = outputs= substances dangereuses, pollutions



Monétisation des évaluations de l'impact environnemental sur la base des coûts des dommages et des coûts de la prévention.

Environmental indicator (CEN)	Unit	Central (€/unit)	Low (€/unit)	High (€/unit)
1. Global warming	kg CO2 eqv.	0.050	0.025	0.100
Depletion of the stratospheric ozone layer	kg CFC-11 eqv.	49.10	25	100
Acidification of land and water sources	kg SO2 eqv.	0.43	0.22	0.88
4. Eutrophication	kg (PO4) ³⁻ eqv.	20	6.60	60
5. Formation of tropospheric ozone photochemical oxidants	kg etheen eqv.	0.48	0	6.60
6. Abiotic depletion of non- fossil resources	kg Sb eqv.	1.56	0	6.23
7. Abiotic depletion of fossil resources	MJ, net caloric value	0	0	0.0065

Table 3: Overview of West-European monetary (central, low and high) values for the CEN indicators

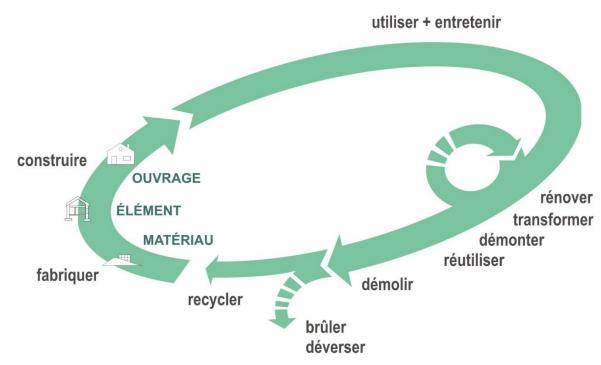
	vironmental indicator EN+)	Unit	Central (€/unit)	Low (€/unit)	High (€/unit)
8.	Human toxicity				
	a. cancer effects	CTUh	665109	166277	2660434
	b. non-cancer effects	CTUh	144081	28816	720407
9.	Particulate matter	kg PM2,5 eqv. 34		12.70	85
10. Ionising radiation, human health		kg U235 eqv.	9.7E-04	3.2E-04	2.9E-03
11.	Ecotoxicity: a. terrestrial	-			
	b. freshwater	CTUe	3.70E-05	7.39E-06	1.85E-04
	c. marine	-			
12. Water scarcity		m³ water eqv.	0.067	0.022	0.20
13.	Land use: occupation: a. soil organic matter	kg C deficit	1.4E-06	3.4E-07	0.6E-05
	b. biodiversityb1. urban: loss ES*	m².a	0.30	0.07	2.35
	b2. agricultural	m².a	6.0E-03	1.5E-03	2.4E-02
	b3. forest: biodiversity	m².a	2.2E-04	5.5E-05	8.8E-04
14.	Land use: transformation a. soil organic matter	kg C deficit	1.4E-06	3.4E-07	0.6E-05
	b. biodiversityb1. urban	m²	n.a.	n.a.	n.a.
	b2. agricultural	m²	n.a.	n.a.	n.a.
	b3. forest, excl. tropical	m²	n.a.	n.a.	n.a.
	b4. tropical rainforest	m²	27	6.9	110

Table 4: Overview of West-European monetary (central, low and high) values for the CEN+ indicators



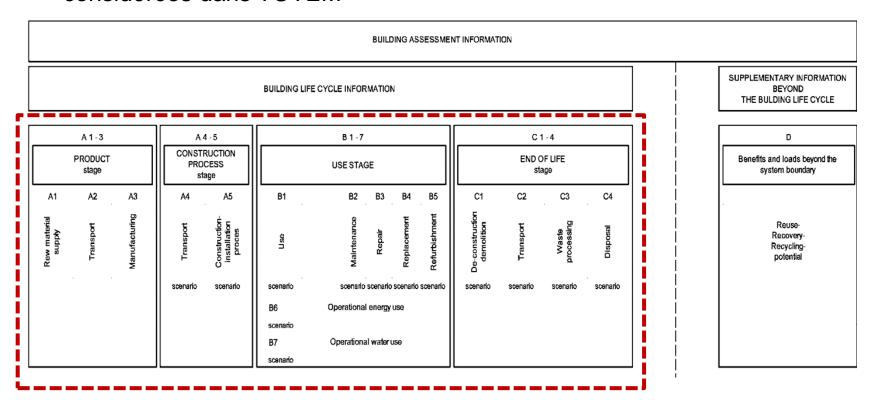
Construction Durable

Il convient de mesurer l'impact environnemental du bâtiment pour son CYCLE DE VIE complet.





Étapes du cycle de vie A1-C4 selon EN 15804+A1:2013 et EN 15978 considérées dans TOTEM

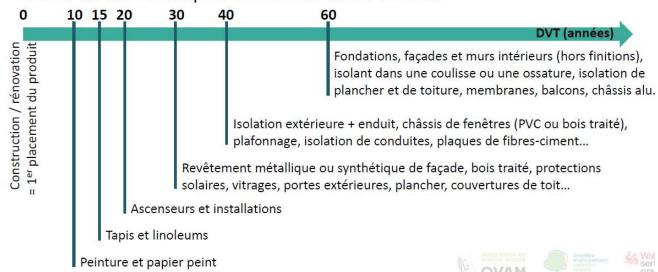






DURÉE DE VIE TOTALE

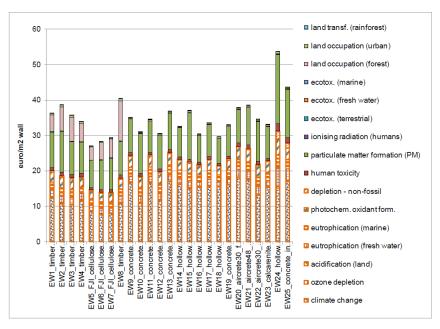
→ Durée de Vie : exemples dans la méthode TOTEM

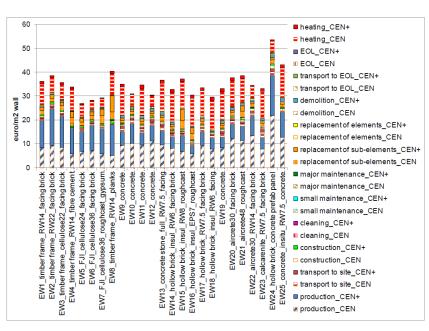






Exemples de résultats agrégés pour 25 variantes de murs extérieurs



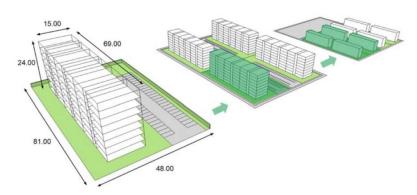


Par indicateur d'impact en €/m²

Par étape du cycle de vie en €/m²



Analyse comparative de l'ACV - 3 méthodes de construction et 2 normes de performance énergétique



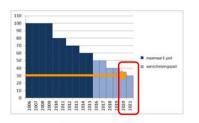
	Apartment building
General parameters	
Number of dwellings	48
Number of inhabitants	192
Total floor area (m²)	8280
Floor area common spaces (m²)	1080
Useful floor area (m²)	7200
Heated Volume (m³)	33700
Compactness C (m)	4.07
Amount of elements and their ratio	

Amount

1035

Ratio
(unit / m² useful floor area)

0.14





FPB 2020/2021

Passive House Standard

Element	U _{max} value EPB W/(m²K)	U _{max} value PHPP W/(m²K)
Floor on grade	0.24	0.15
Storey floor apartment	1.00	-
External wall	0.24	0.15
Party wall	0.60	-
Windows	1.5 and Uglass max = 1.1	0.80
Roof	0.24	0.15

- Concrete
- CLT
- Steel



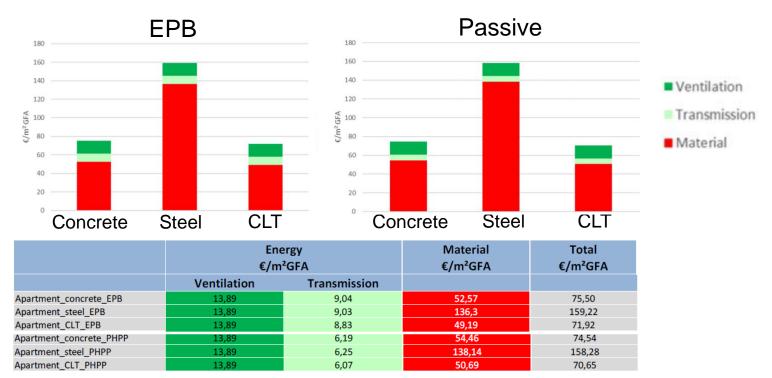
(13)+ floor on grade (m2)

Autres hypothèses de modélisation

- Performance thermique
 - Pertes de ventilation prises en compte par l'étanchéité à l'air par défaut
 - La masse thermique, l'HVAC, l'orientation, la valeur G des vitrages ne sont pas pris en compte.
- Acoustique standard
- Résistance au feu REI 60
- Même performance en matière de feu et d'esthétique (impact sur les finitions)
- Eléments non modélisés
 - Poutres et colonnes (disponibles dans TOTEM mais non modélisées pour comparer avec la 1^{ère} étude)
 - Fondations, escaliers, tuyauterie et câblage



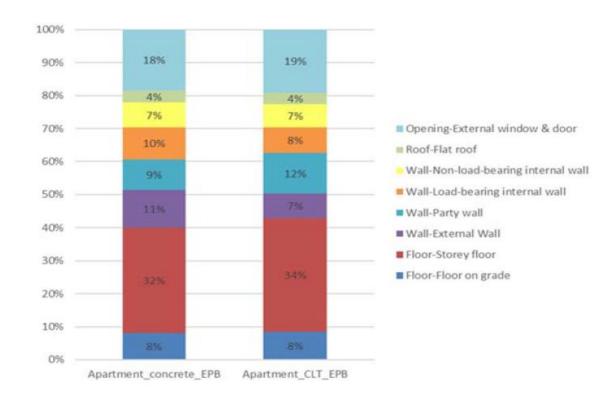
Résultats de la modélisation : béton et CLT très proches - avantage limité du standard passif





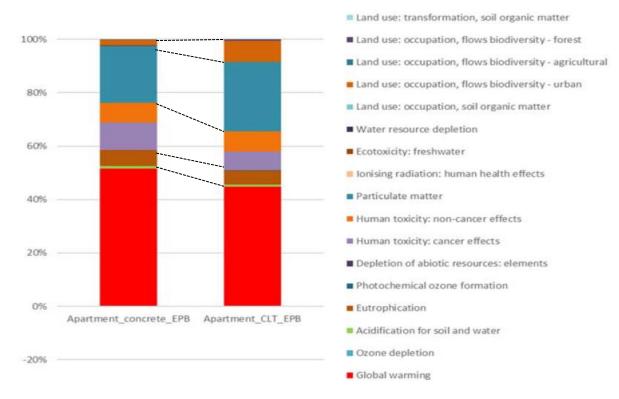
GFA: Gross Floor Area = surface au sol brute

Comparaison des éléments constructifs bois CLT vs béton





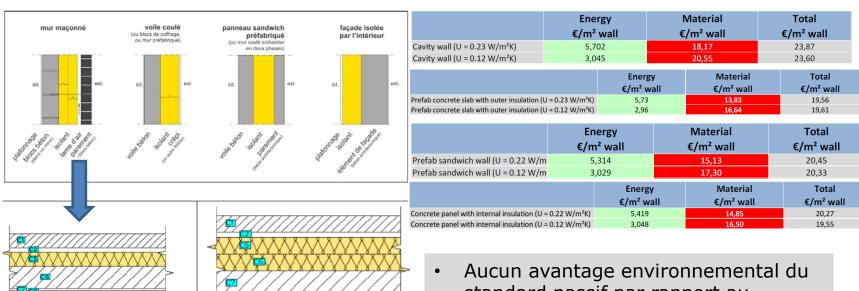
Comparaison des indicateurs d'impact CLT vs béton





Comparaison des variantes de murs extérieurs

 $U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$





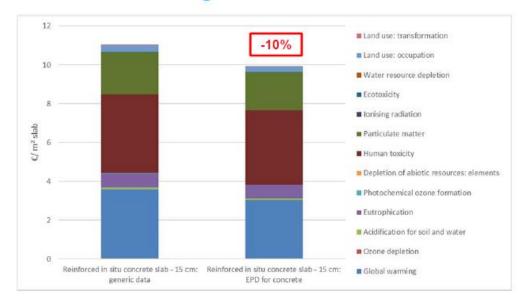
- Aucun avantage environnemental du standard passif par rapport au standard PEB
- Le mur creux traditionnel est la technique la moins performante

 $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Impact des EPD belges spécifiques au béton prêt à l'emploi pour une dalle de béton

- C30/37 EE2 S4, D_{max}
 22mm
- CEM III/A 42.5 N LA

Concrete slab: generic data vs EPD





Conclusions sur étude

- Étude réalisée par un professeur indépendant renommé avec un outil et une méthodologie reconnus
- Le modèle montre que le béton a une empreinte environnementale similaire à celle du bois en tant que solution de construction durable.
- Le coût environnemental de la variante acier reste le plus élevé.
- Cependant, ce n'est pas le meilleur scénario pour le béton
 - L'utilisation de données spécifiques (c'est-à-dire belges plutôt que génériques) peut certainement être bénéfique (-10%)
 - Les colonnes et les poutres ne sont pas modélisées ce qui réduirait très probablement les performances du CLT.
 - La solution du mur creux n'est pas la plus efficace pour le béton
 - La finition a un impact important et pourrait être réduite pour la solution béton.
 - Masse thermique non comptabilisée
 - L'EPD de l'acier doit être vérifié



Conclusions sur TOTEM

- 1) TOTEM est un outil utile pour les concepteurs qui sont bombardés de slogans creux sur la durabilité à l'échelle du matériau, alors qu'il s'agit du bâtiment dans sa globalité et sur l'ensemble de son cycle de vie.
- 2) TOTEM suggère aux fabricants des stratégies pour réduire l'impact environnemental de leurs produits (production, transformation, phase d'utilisation, fin de vie, recyclage).
- 3) Outil validé dans les 3 régions basé des méthodologies standardisées. La Belgique est pionnière.

Merci de votre attention!





Rédaction de la NBN B 15-007

But de la norme

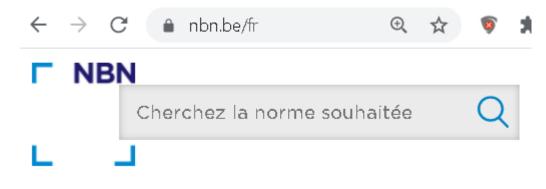
- clarifier les exigences à reprendre dans les spécifications
- donner des moyens, des critères de contrôle

Pour atteindre le résultat escompté :

- Nécessité de spécifications détaillées et de soin dans l'exécution
- Nécessité de dialogue entre les parties



Rédaction de la NBN B 15-007



Chercher des résultats pour:

Mots clés : NBN B 15-007 Orga



NBN B 15-007:2018

Béton apparent - Classifications et spécifications

Statut: ✓ Active

Langues: FR/NL

NB: les textes du PPT entre crochets [...] sont des commentaires de la norme

Page de garde « Valable à partir de 16-05-2018 »

30 pages



Table des matières de la norme

- Avant-propos
- 1 Objet et domaine d'application
- 2 Références normatives et documents de référence

- 6 Tolérances sur les exigences posées
 - 7 Finitions et réparations
- Annexe A (informative) Analyse d'image numérique : illustrations des images numériques de référence
- Annexe B (Informative) Patron de référence pour la mesure au colorimètre



1. Objet et domaine d'application

Cette norme **s'applique** au béton apparent coulé en place [des murs, colonnes, escaliers, poutres et face inférieure des planchers]

Cette norme ne s'applique pas :

- aux éléments préfabriqués en béton (voir PTV 21-601),
- ni à la partie supérieure non coffrée des planchers en béton coulé en place qui a éventuellement subi un traitement,
- ni aux applications avec usage impropre du terme 'béton apparent' (ex : murs de cave, des parkings, des piles ou culées de ponts)



2. Références normatives et documents de référence



114 pages Mai 2019



2. Références normatives et documents de référence

Le CRIC, Centre de recherches de l'Industrie cimentière,

- Dispose du matériel et des logiciels pour évaluer les bétons apparents (teinte du béton et bullage)
- Dispose d'une expertise dans l'évaluation des bétons apparents
- https://cric.be/wp-content/uploads/2020/05/Evaluation-B%C3%A9ton-Apparent.pdf



3. Termes, définitions et symboles

•••



4. Classifications : type de béton

6 types de béton : (ZB pour 'Zichtbeton' et BA pour 'Béton apparent')

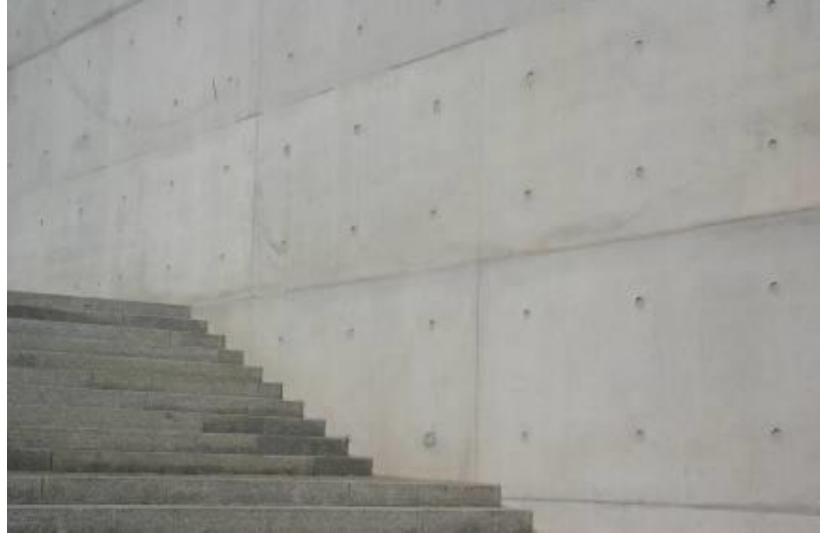
Les exigences de cette norme s'appliquent essentiellement au béton gris, brut de décoffrage (= sans retraitement ultérieur), lisse ou finement texturée = les deux types de béton apparent les plus courants.

Code ZBA/Y	Surface coffrée	Surface traitée	Relief surface	exemple
ZBA/1	coffrée	brute	Lisse	Coffrage plaqué marin
ZBA/2	coffrée	brute	Finement texturée	grain fin de la peau ou nappe de coffrage à perméabilité contrôlée (CPF-liner)
ZBA/3	coffrée	brute	Grossièrement texturée	nervures des planches de coffrage
ZBA/4	coffrée	traitée	Lisse ou finement texturée	polissage
ZBA/5	coffrée	traitée	Grossièrement texturée	grenaillage
ZBA/6	non coffrée	traitée	-	



4. Classifications : type de béton

ZBA/1 coffrée brute Lisse Coffrage plaqué marin





4. Classifications : type de béton

ZBA/3 coffrée **Grossièrement texturée** nervures des brute planches de coffrage



4. Classifications : Classes de béton apparent

4 critères avec 3 niveaux d'exigence pour

T = Texture

LBA = Nombre et dimension des bulles d'air (LB pour 'luchtbellen')

HT = Homogénéité de la teinte

VTF = Tolérance de forme (VT pour 'vormtolerantie')

Si les numéros de classe sont identiques pour chaque caractéristique alors la classe de béton apparent peut être utilisée

Combinaison de classe	Classe de béton apparent	
T3, LBA3, HT3, VTF3	A	(exigences
T2, LBA2, HT2, VTF2	В	+ en + élevées)
T1, LBA1, HT1, VTF1	C (classe par défaut)	



4. Classifications : Classes de béton apparent

Classe de béton apparent	Supplément en temps et en moyens (estimation)
A	Surcoût de 100 % à (exceptionnellement) plus de 500 % p.r. au béton traditionnel.
В	Surcoût de 30 % à 100 % p.r. au béton traditionnel.
С	Surcoût de 10 % à 50 % p.r. au béton traditionnel.

Exemples de surcoûts :

- Béton : recette adaptée et mise en œuvre soignée.
- Coffrages : formes parfois complexes, rarement des systèmes modulaires, peau coffrante, étanchéité, nombre de réemplois limité ...
- Davantage de main d'œuvre.
- Protection du béton.
- Essais complémentaires (béton, mock-ups).

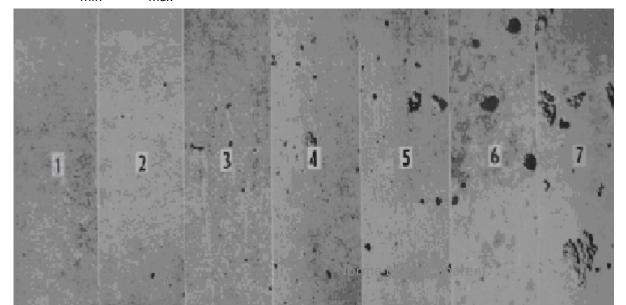


4. Classifications : Classes de béton apparent

[Comparaison avec le PTV 21-601:2016 Eléments préfabriqués en béton architectonique]

Contient des prescriptions pour

- Aspects: couleur, taches de rouille et fissures +
 - Texture à convenir sur base d'un modèle
 - Bulles d'air avec l'échelle de bullage du rapport n°24 CIB (1975): N° échelle applicable = 1
 - Homogénéité de teinte : HT3
 - Tolérance de forme : plus sévère pour planéité et rectitude des arêtes que le béton apparent
- Matériaux (granulats, pigments,...)
- Béton (R_{min}, WAI_{max}, ...)



l'échelle de bullage du rapport n°24 CIB



3 classes de texture

code T : T1, T2, T3

Pour les bétons apparents ZBA/1 et ZBA/2: ensemble d'exigences reprises dans le Tableau 1

Pour les autres types de béton apparent Formulation d'exigences selon le résultat visé

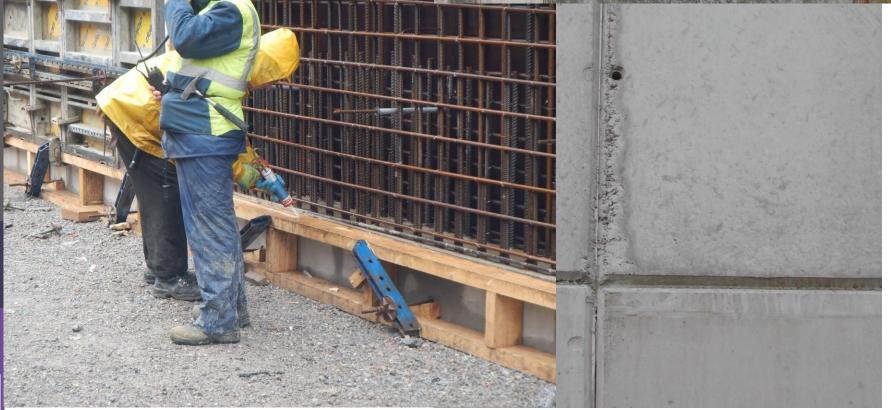


Tableau 1 – Exigences en matière de texture pour ZBA/1 et ZBA/2

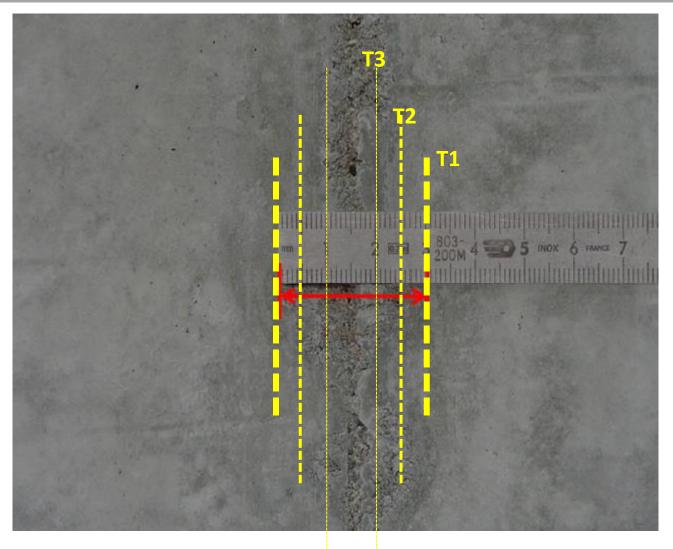
Classe	Exigences
T1 T2 T3	• Les nids de gravier , pop-outs, cavités, écaillages ne sont pas admis. Cavité : Trou $D_{eq} > 15$ mm et dont la dimension maximale est > 25 mm. (Aire = $\pi D_{eq}^{-2}/4$)
	 Une zone (L = 30 mm (T2: 20 mm, T3: 10 mm)) plus rugueuse due à une perte de laitance ou de mortier fin le long des joints, des arêtes et trous d'entretoise.
	• L'empreinte du cadre laissée par le système de coffrage est admise.
	 Un dommage occasionné à la texture par un impact avec d'autres matériaux n'est pas admis.
	 Les fissures présentent une largeur ≤ 0,2 mm (idem que PTV 21-601). Cette exigence requiert la prise de mesures constructives adaptées sur la base d'une étude préalable.
	 Autres contraintes sur les ondulations, empreinte du cadre, trainées de sable



Joint à prévoir pour éviter les nids de gravier liés aux fuites en périphérie des panneaux de coffrage







Détermination de la zone plus rugueuse et de sa largeur locale dont la ligne médiane est située sur le joint de coffrage



4. Classifications: bulles d'air

3 classes pour le 'nombre et la dimension des bulles d'air'.

code LBA: LBA1, LBA2, LBA3 défini au Tableau 2

Tableau 2 – Exigences en matière de nombre et dimension des bulles d'air pour ZBA/1 et ZBA/2

Classe	Exigence
	Fraction F de la surface de béton occupée par des bulles d'air (petit trou 2 mm < $D_{\rm eq}$ < 15 mm et dimension maximale inférieure à 25 mm) à déterminer par analyse de l'image numérique.
LBA1 LBA2 LBA3	F ≤ 1,20 % F ≤ 0,60 % F ≤ 0,30%

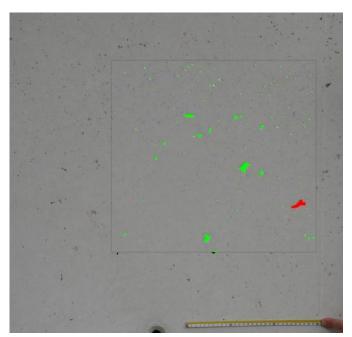


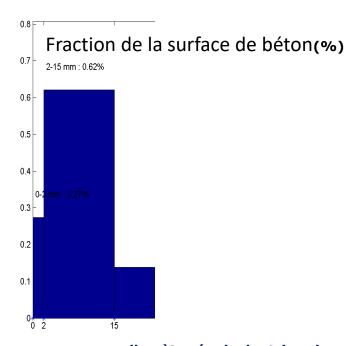
4. Classifications : bulles d'air

Méthode d'évaluation : Analyse de l'image numérique

- Zone à évaluer : plane, surface sèche (40 cm x 40 cm)
- Prise de photo selon les lignes directrices de la norme
- Génération d'une photo en noir et blanc avec marquage des bulles d'air (identification et mesure des bulles d'air par software)
- Pourcentage de surface de bulles d'air =

$$\mathsf{F} = \frac{\sum surface\ des\ bulles\ d'air\ (2\ mm < Deq <\ 15\ mm)}{surface\ évaluée}$$







70ème journée de l'ARDIC, 09-09-2021

3 classes pour l'homogénéité de la teinte : Classe HT : HT1, HT2, HT3

Pour les bétons apparents gris ZBA/1 et ZBA/2 voir Tableau ci-dessous

Nombre admissible de différences de gradations entre l'endroit de mesure le plus sombre et le plus clair défini à l'aide de l'échelle des gris BE :

Classes relatives à l'homogénéité de la teinte	Nombre admissible de différences de gradations sur l'échelle des gris BE	Ecart admissible ΔE* _{ab} de admissible avec colorimètre :
HT1	5	12,5
HT2	4	10
HT3	3	7,5

NB: PTV 21-601: HT3

L'écart entre deux teintes de gris successives dans ce nuancier de gris $=\Delta E^*_{ab}=2,5$



Nuancier de gris

Evaluation de l'homogénéité de la teinte à l'aide

- de l'échelle des gris BE : 17 planches numérotées de A (teinte la plus claire)
 à Q (teinte la + sombre), éditée par FEBE, PROBETON, FEDBETON, BE-CERT.
- du colorimètre en cas de contestation





verso

BE Grijsschaal - BE Echelle des gris

Évaluation à l'aide du nuancier "BE Echelle des gris"



- Choisir un emplacement d'observation
- Déterminer le **champ d'observation** à 360° du béton apparent
- Déterminer la zone de mesure la plus sombre et la plus claire (50 cm x 50 cm) dans ce champ d'observation. La surface du béton à évaluer doit être **sèche**, sous **éclairage diffus** et sans lumière rasante.
- Placer cette échelle des gris dans ces 2 zones
- Définir conjointement le degré de l'échelle qui correspond le mieux à la teinte
- Vérifier la conformité de la mesure avec l'exigence de la norme.
- En cas de contestation : recours au colorimètre



Evaluation à l'aide du colorimètre:

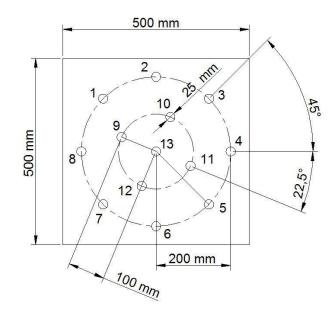
- Déterminer la zone de mesure la plus sombre et la plus claire (500 mm x 500 mm).
- Utiliser un patron avec 13 trous de 25 mm de diamètre (Annexe B)
- [Avantage : mesure indépendante de l'opérateur et de l'ensoleillement]
- La couleur moyenne des 13 trous sera calculée pour chacune des 2 zones.

HT1 : ΔE^*_{ab} ≤ 12,5

HT2: $\Delta E^*_{ab} \leq 10$

HT3 : $\Delta E^*_{ab} \leq 7,5$

70ème journée de l'ARDIC, 09-09-2021





Calcul de la différence de couleur entre les 2 zones

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

où $\Delta L^* = relatif$ à la **clarté**, Δa^* et Δb^* relatif à la *chrominance* sont calculés Norme béton apparent entre les deux zones de mesure.



Exigences complémentaires pour HT1, HT2 et HT3

- Les salissures et taches de rouille (ne provenant pas des granulats présents dans le béton, ni de la calamine de l'armature des éléments horizontaux) ne sont pas admises.
- taches de rouille provenant des granulats présents dans le béton : à éviter et à discuter avec l'entrepreneur
- taches de rouille provenant de la calamine de l'armature des éléments horizontaux : à éviter et à discuter avec l'entrepreneur
- variation de teinte due au contact entre l'étançon et le béton, les cales en bois : à éviter et à discuter avec l'entrepreneur
- joints de reprise non prévus : à éviter et à discuter avec l'entrepreneur



Contact entre étançon et béton



70ème journée de l'ARDIC, 09-09-2021

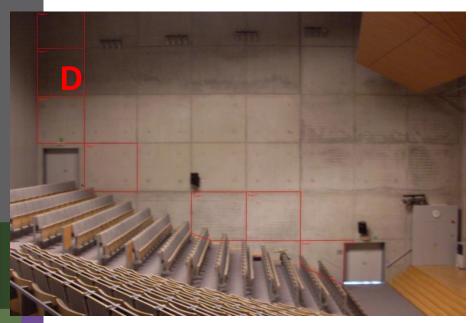
Structure restant apparente Nuances de teinte





Nuances de teinte

 $\Delta E = 12.53$ arrondi à 12.5 => HT3







Nuances de teinte

 $\Delta E = 13.34 > 12.5$ ne répond pas à HT1

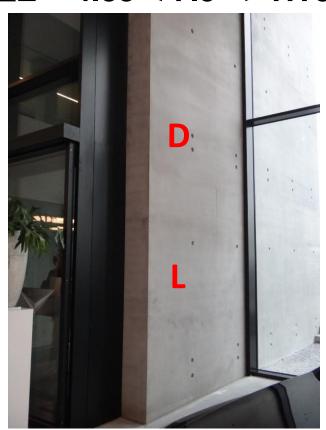




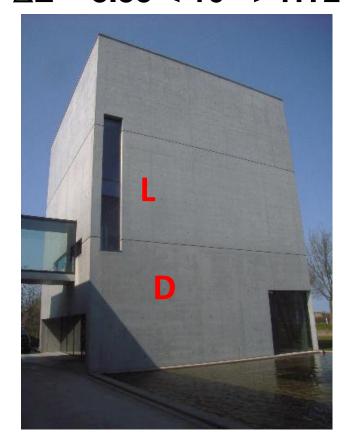


Nuances de teinte

$$\Delta E = 4.83 < 7.5 => HT3$$



$$\Delta E = 8.35 < 10 => HT2$$





Nuances de teinte

 $\Delta E = 1.68 < 7.5 => HT3$







3 classes pour la tolérance de forme :

position relative des colonnes/murs, courbure horizontale, planéité, rectitude des arêtes, affleurements joints, position et dimensions des baies et réservations

Classe VTFx₄: VTFT1, VTF2, VTF3

Pour les surfaces planes des bétons apparents ZBA/1 et ZBA/2:

- combinaison applicable d'aspects de forme et d'exigences reprises dans le Tableau 4 (attardons-nous à l'exigence 4, 5 et 7)
- Inspiration des classes de tolérance 2 des normes NBN EN 13670 et NBN B 15-400, mais généralement exigences plus strictes.



Exigence 1 : écart maximal Δ en mm entre-axes d'éléments superposés situés dans un même plan visible

NBN B 15-007 4.5 Tableau 4 Figure 3

VTF1	± 8 mm	
VTF2	± 6 mm	
VTF3	± 4 mm	
		Figure 3 [Source: $t = (t_1 + t_2) / 2$

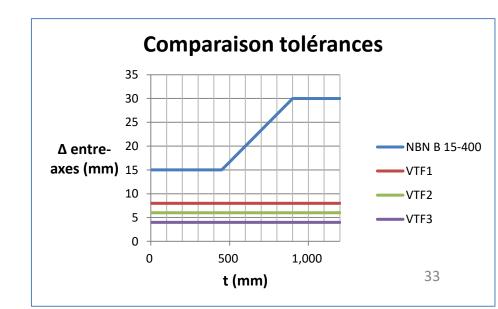
NBN B 15-400 10.4 Figure 2b

Ecart admissible Δ Classe de tolérance 1

La plus grande des deux valeurs t/30 ou 15 mm avec une limite supérieure égale à 30 mm



70ème journée de l'ARDIC, 09-09-2021



Exigence 2 : écart maximal Δ en mm sur la courbure horizontale d'une poutre (ne concerne pas la flèche)

NBN B 15-007 4.5 Tableau 4 Figure 4

VTF1		,
VTF2	La plus grande des deux valeurs: // 1000 ou 10 mm, avec un maximum de 20 mm (/ en mm)	
VTF3		
		Figure 4 [Source: EN 13670 (2009), Figure G.3/a]

NBN B 15-400 G.10.5 a Figure G.3

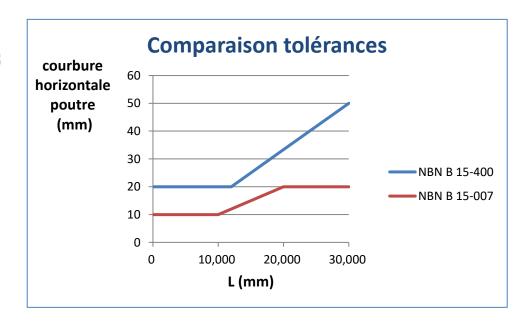
Ecart admissible ∆

Classe de tolérance 1

La plus grande des deux valeurs

± 20 mm et

 $\pm 1/600$





Exigence 3 : écart maximal Δ en mm de niveau entre les abouts d'un plancher ou d'un plafond ou entre deux poutres voisines

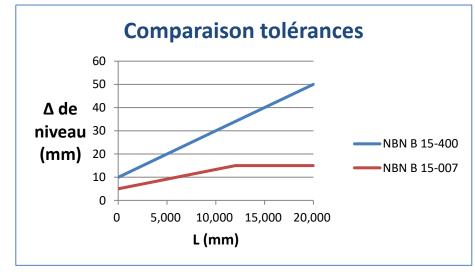
NBN B 15-007 4.5 Tableau 4 Figure 5 et 6

VTF1		
VTF2	(5+/ / 1200) mm avec un maximum de 15 mm, avec / exprimé en mm.	Figure 5 [Source: EN 13670 (2009), Figure G.3/d]
VTF3	15 mm, avec t exprime en mm.	* ^
		Figure 6 [Source: EN 13670 (2009), Figure G.3/c]

NBN B 15-400 G.10.5 Figure G.3 b et c

Ecart admissible ∆
Classe de tolérance 1

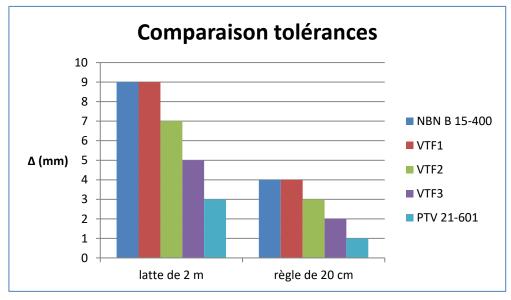
 $\Delta = \pm (10 + I/500) \text{ mm}$





Exigence 4 : écart maximal Δ en mm de planéité d'une surface coffrée

	Règle de 2 m	Règle de 20 cm	
VTF1	9 mm	4 mm	voir note de bas de tableau (3)
VTF2	7 mm	3 mm	Figure 7 [Source: EN 13670 (2009), Figure G.5/a]
VTF3	5 mm	2 mm	

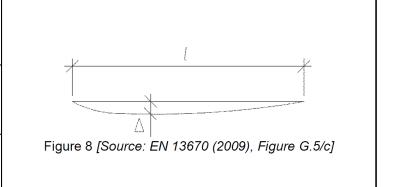




Exigence 5 : écart maximal Δ en mm de rectitude des arêtes

NBN B 15-007 4.5 Tableau 4 Figure 8

VTF1	 Δ = la plus petite des deux valeurs : ± (/ + 7) mm avec / exprimé en m ou 20 mm
VTF2	 Δ = la plus petite des deux valeurs : ± (/ + 5) mm avec / exprimé en m ou 20 mm
VTF3	Δ = la plus petite des deux valeurs : ± (l + 3) mm avec l exprimé en m ou 20 mm



NBN B 15-400 G.10.7 Figure G.5 c

Rectitude des arêtes

Classe de tolérance 1

Ecart admissible A

Pour des longueurs de :

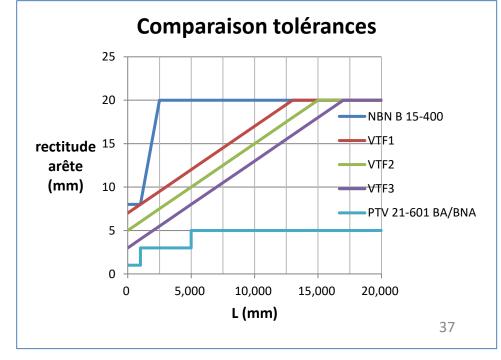
±8 mm

I < ± 1m I > 1 m

±8 mm/m,

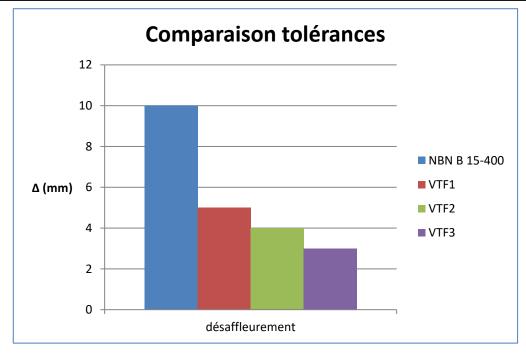
limité à ±20 mm





Exigence 6 : écart maximal d pour les affleurements en mm

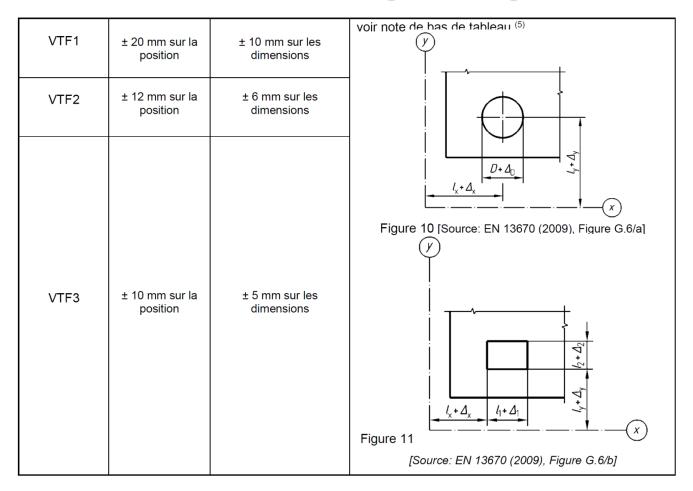
VTF1	± 5 mm	voir note de bas de tableau ⁽⁴⁾
VTF2	± 4 mm	d **
VTF3	± 3 mm	Figure 9 [Source: NBN B 15-400 (2015), Figure G.8-ANB]
		Figure 9 [5001/06. NBN B 15-400 (2015), Figure G.8-ANB]





Exigence 7 : écart maximal Δ en mm pour la position et les dimensions des baies et des réservations

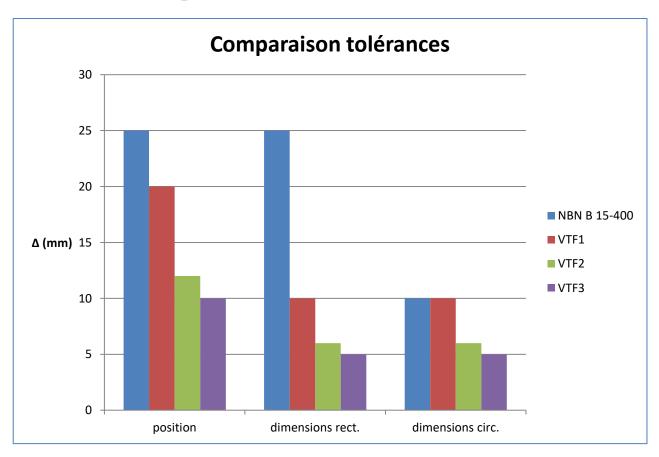
NBN B 15-007 4.5 Figure 10 et Figure 11





Exigence 7 : écart maximal Δ en mm pour la position et les dimensions des baies et des réservations

NBN EN 13670 G.10.8 figure G-6a





Spécifications générales

Le béton apparent doit répondre

- aux exigences de la NBN B 15-007
- aux exigences des normes NBN EN 206 et NBN B 15-001
- au minimum aux exigences de la classe de tolérance 2 des normes NBN EN 13670 et NBN B 15-400.

[= Tolérances normatives (chap 10) et informatives (Annexe G), à l'exception de celles se rapportant aux armatures]

Eléments généraux à spécifier

- 1. Les **parties** de construction à réaliser en béton apparent doivent être **identifiées** de manière univoque sur les plans
- 2. Pour chaque partie de construction à réaliser en béton apparent, il convient **d'indiquer le type** (ZBA/1, ZBA/2, ZBA/3, ZBA/4, ZBA/5 ou ZBA/6) dont le béton apparent relève.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

Liste non exhaustive

- 1. Choix de la classe de béton apparent
- 2. Joints
- 3. Trous d'entretoise
- 4. Arêtes
- 5. Joints de reprise
- Joints de dilatation
- 7. Têtes de vis et de clous
- 8. Teinte grise
- 9. Mock-up
- 10. Coffrage
- 11. Béton : constituants, composition réalisation transport et production
- 12. Aspects de mise en œuvre

9 exigences détaillées quant au résultat final

3 exigences relatives au processus de réalisation

- complétées ultérieurement, en fonction du résultat final souhaité.
- par les différents acteurs
- ces accords sur les exigences complémentaires devraient être conclus avant le début des travaux.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

- Liste non exhaustive
- [Spécifications dans le CSC ? Attention impact financier !
 - Discuter de l'exécution avec les intervenants avant le CSC ou se référer à des bâtiments existants]
 - 2 situations : Certains détails de 2 à 8
 - ne sont pas spécifiés dans le CSC ou
 - sont effectivement spécifiés dans le CSC alors ils doivent être détaillés selon la norme.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

1. Choix de la classe de béton apparent

1ère possibilité

- Choisir parmi les classes C, B ou A
- Indiquer ZBA/Y/Z, avec
 - Y le numéro du type de béton apparent
 - Z la classe de béton apparent C (par défaut), B ou A.

2ème possibilité

- indiquer la classe de béton apparent souhaitée par le choix d'une combinaison de classes de T, LBA, HT et VTF.
- Indiquer ZBA/Y/(Tx₁, LBAx₂, HTx₃, VTFx₄), avec
 - Y le numéro du type de béton apparent
 - x_1 , x_2 , x_3 , x_4 la classe relative à chaque caractéristique, avec x_1 , x_2 , x_3 , x_4 pouvant varier de 1 à 3.
- combinaison des classes doit être techniquement réalisable.
- pour les caractéristiques pour lesquelles aucune classe n'est spécifiée, la classe 1 (par défaut) s'applique.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

2. Joints

Il y a 2 possibilités.

- La position des joints et le motif qu'ils forment ne sont pas repris dans les spécifications d'exécution.
- La position des joints et le motif qu'ils forment sont effectivement repris dans les spécifications d'exécution. Dans ce cas, la position et le motif doivent faire l'objet d'une description plus précise et être consignés sur un support d'information approprié (plans, etc.). [pas fixer des dimensions trop précises qui

3. Trous d'entretoise

La finition des trous d'entretoise (mortier, cônes, etc.) est reprise dans les spécifications d'exécution, avec des détails plus précis sur la forme.

Pour la position des trous d'entretoise, il y a 2 possibilités :

- La position des trous d'entretoise et le motif qu'ils forment ne sont pas repris dans les spécifications d'exécution.
- La position des trous d'entretoise et le motif qu'ils forment sont effectivement repris dans les spécifications d'exécution. Dans ce cas, la position et le motif doivent faire l'objet d'une description plus précise et être consignés sur un support d'information approprié (plans, etc.).

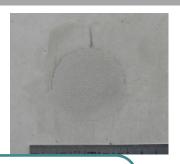


excluraient des systèmes de coffrage]





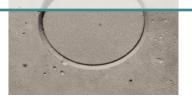




Nombreuses possibilités pour les trous d'entretoise

Ouvert, sans finition – Cône de béton collé – Cône métallique – Remplissage au mortier sans retrait (affleurant ou saillant)



















Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

- 4. Arêtes
- 5. Joints de reprise
- 6. Joints de dilatation
- 7. Têtes de vis et de clous
- 8. Teinte grise

Il y a 2 possibilités:

- La teinte grise n'est pas reprise dans les spécifications d'exécution.
- La teinte grise est effectivement reprise dans les spécifications d'exécution. Cela s'effectue d'abord à titre d'orientation en faisant référence à la teinte grise d'un échantillon ou d'un travail réalisé antérieurement. La teinte grise [ou la plage de teinte grise] souhaitée est ensuite validée à l'aide d'un mock-up.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

9. Mock-up [conseil : prévoir un poste spécifique dans le métré avec PU dans le CSC]

Option pour la classe de béton apparent C,

- un ou plusieurs mock-ups ≥ 1 m²
- Le mock-up comporte le plus possible d'éléments déterminant l'aspect du béton apparent.

Option pour la classe de béton apparent B ou A, ou pour une autre classe de béton apparent pour laquelle au minimum une caractéristique est de classe 2 ou 3

- un ou plusieurs mock-ups suffisamment grands pour intégrer le plus grand nombre possible d'éléments déterminant l'aspect du béton apparent.
- Le mock-up est également coffré et coulé d'une manière la plus proche possible de la méthode d'exécution prévue.
- Pour les deux options, le nombre exact de mock-ups, les dimensions, la forme, l'emplacement, le moment de décoffrage ainsi que le mode et la durée de conservation doivent être définis à l'avance.
- 1 mock-up validé et appelé le mock-up de référence.
- Le (groupe de) mock-up(s) de référence répond aux exigences et aux critères d'évaluation applicables à la classe de béton apparent choisie.
- Le résultat final ultérieur de la construction à réaliser en béton apparent est évalué individuellement et non en le comparant au (groupe de) mock-up(s) de référence.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

10. Coffrage

Exigences complémentaires à la NBN EN 13670 et NBN B 15-400, sont reprises dans les spécifications d'exécution. Ces exigences concernent entre autres :

- la peau de coffrage :
 - le type ;
 - la dimension, l'épaisseur ;
 - le revêtement éventuel (coating);
 - le conditionnement préalable éventuel (humidification, etc.) ;
 - la mesure dans laquelle la réparation ou le colmatage des trous dans la peau de coffrage est admise ;
 - la mesure dans laquelle la réparation des dommages occasionnés à la peau de coffrage est admise ;
 - la mesure dans laquelle la présence de résidus de béton et/ou de laitance de ciment est admise sur la peau de coffrage.
- l'huile de décoffrage : choix du produit, mode d'application.[souvent excès d'huile]
- La protection de la peau de coffrage vis-à-vis des conditions climatiques (comme la poussière, la pluie, la chaleur, ...).



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

11. Béton : constituants, composition, transport et production

Des exigences 'complémentaires', en plus des exigences de base, telles que définies dans les normes NBN EN 206 et NBN B 15-001, sont reprises dans la spécification du béton et sur le bon de livraison.

Ces exigences complémentaires concernent entre autres :

- le type de ciment (et l'exclusion éventuelle de certains types de ciment);
- les adjuvants;
- le type d'additions (avec l'usage autorisé ou non de cendres volantes);
- les pigments ;
- le rapport maximal eau-ciment, s'il diffère de l'exigence correspondant à la (aux) classe(s) d'exposition ou à la (aux) classe(s) d'environnement ;
- la teneur minimale en ciment, si elle diffère de l'exigence correspondant à la (aux) classe(s) d'exposition ou à la (aux) classe(s) d'environnement ;
- le délai de mise en oeuvre garanti. [en relation avec la prise du béton]



[si les murs sont fins ou peu accessibles, l'espacement des lits d'armatures est faible, le diamètre des aiguilles vibrantes est petit, la mise en œuvre est plus longue (p.e. si diam aiguille = 30 mm)]



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

11. Béton : constituants, composition, transport et production

Toutes les autres exigences requises sont reprises dans la spécification du béton, sans figurer sur le bon de livraison. Elles peuvent concerner :

- la mesure dans laquelle une modification de la composition est admise en cours de chantier;
- les accords convenus pour réduire au minimum le risque de taches de rouille, p. ex. (voir Tableau relatif à la classe de texture) ;
- les accords convenus sur le choix de certains granulats (nature et origine) et la mesure dans laquelle les modifications en cours de chantier sont admises ;
- l'eau de gâchage, avec l'usage autorisé ou non d'eau recyclée;
- l'écart maximal admis sur le rapport eau-ciment ;
- la teneur en ciment selon le concept du coefficient k;
- les accords convenus concernant le rinçage du mélangeur et de la cuve du camionmalaxeur;
- la teneur en particules fines;
- la teneur maximale en air.



Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

12. Aspects de mise en œuvre

Toutes les exigences requises, qui complètent celles figurant dans les normes NBN EN 13670 et NBN B 15-400, sont reprises dans les spécifications d'exécution. Ces exigences concernent entre autres :

- le plan de bétonnage et le mode de coulage (méthode, hauteur de chute, vitesse de bétonnage, etc.);
- la minimisation du risque de joints de reprise non prévus (voir Tableau de la classe de T);
- le plan de serrage et le mode de serrage (méthode, durée, non endommagement de la peau de coffrage, etc.);
- la cure et d'éventuels post-traitements en vue de la protection de la surface (comme p.ex. un hydrofuge, un anti-graffiti, etc.).
- la protection contre le froid;
- la prévention de toutes sortes de salissures ;
- la minimisation du risque de taches de rouille provenant de la calamine de l'armature des éléments horizontaux (voir Tableau de la classe de T);
- la minimisation de la variation de teinte due au contact entre le béton et les étançons, les cales en bois, etc. (voir Tableau de la classe de T) ;
- les délais de décoffrage.



Spécification du béton apparent coloré ZBA/1 et ZBA/2

- de la même manière que le béton apparent gris à l'exception de la couleur.
- Pour la couleur, exigences et critères d'évaluation adaptés.

Spécification du béton apparent ZBA/3, ZBA/4, ZBA/5 et ZBA/6

- même principe, seuls les paramètres pertinents
- En fonction du type à spécifier : les exigences requises, le traitement de surface



6. Tolérances sur les exigences posées

Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

[La question...

Y a-t-il des non-conformités avec un impact négatif sur la valeur architecturale de l'ensemble de l'ouvrage ?]

Si oui...

Vérifier si les exigences pour T, LBA, HT et VTF sont remplies

Ces exigences sont atteintes si

 moins de 5 % des résultats du contrôle se situent hors des exigences posées, mais relèvent effectivement de la classe de béton apparent immédiatement inférieure (ou de la classe immédiatement inférieure par caractéristique individuelle)

En présence d'un béton apparent de classe C

- Pour l'exigence VTF, les exigences relatives à la classe de tolérance 1 des normes NBN EN 13670 et NBN B 15-400 s'appliquent comme celles de la classe de béton apparent immédiatement inférieure.
- Pour les exigences T, LBA et HT: valeurs limites données au chapitre 6 de la NBN B 15-007 = T (40 mm), LBA (2.4 %) et HT (NA)



7. Finitions et réparations

Spécification du béton apparent gris ZBA/1 et ZBA/2

- Les finitions et réparations du béton apparent sont admises.
- Les mortiers de réparation ou autres mélanges à base de liant ne peuvent être utilisés que lors d'une réparation (et non lors d'une finition).
- Après réparation, la surface du béton doit répondre durablement à l'ensemble des exigences et critères d'évaluation prédéfinis. A ce sujet, les accords nécessaires sont conclus au préalable.





ARDIC - FEBELCEM - Béton apparent

CILE - Station de traitement des eaux à Ans



Pierre-Yves Lonneux Directeur de projets



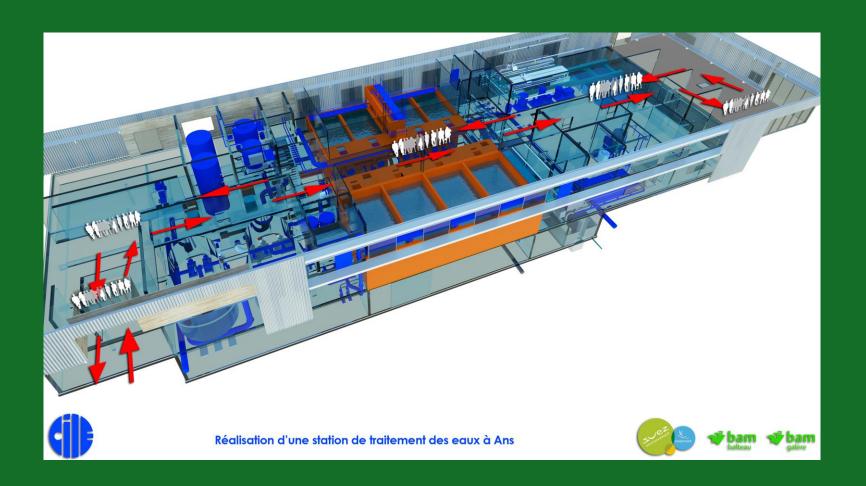


Projet

- Nouvelle unité de traitement pour l'eau de distribution
- Station construite par la CILE sur la commune de ANS à destination de l'agglomération de Liège (200.000 compteurs – 35.000 m3/jour)
- Le site a une vocation didactique au travers d'un parcours de visite
- → La CILE a demandé aux architectes de concevoir un projet avec des finitions soignées permettant de répondre à leurs attentes de fonctionnalité et d'image à destination des visiteurs
- → Les architectes ont proposé l'utilisation du béton apparent avec un calepinage régulier se poursuivant au plafond et au mur opposé
- Réalisation du projet en 2014 et 2015
- 7.500 m2 de planchers et 10.000 m2 de voiles (apparents et étanches)



Parcours de visite





Bétons apparents





Intégration extérieure





Acteurs du projet

Maître d'ouvrage



Maître d'œuvre





Architectes



Entreprise générale





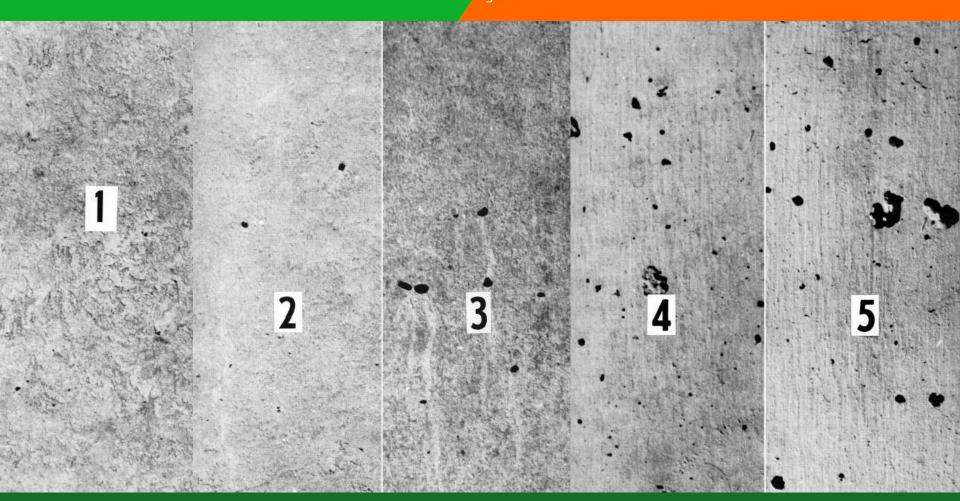




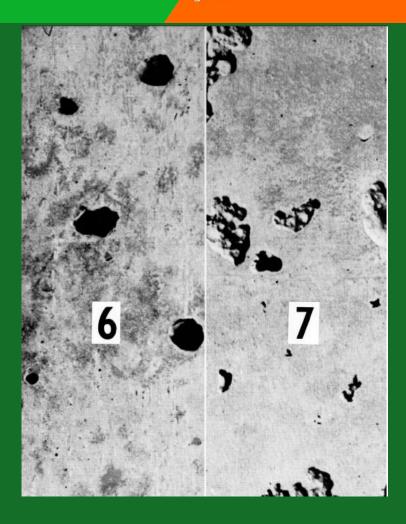
Prescriptions

- Absence de norme belge lors de l'édition du CSC en 2013
- Référence à la NF P 18-503 inspirée du rapport N°24 du CIB
- Planéité P (3): tolérance de 5 mm à la règle de 2 m et de 2 mm au réglet de 200 mm.
- Texture E (3-3-2):
 - échelle 3, surface maximale par bulle de 0,3 cm², profondeur maximale de 2 mm, surface du bullage de maximum 2%;
 - les zones dont les caractéristiques individuelles des bulles sont identiques à celles définies ci-dessus mais dont la concentration est supérieure à 2 % ne doivent pas représenter plus de 5 % de la surface du panneau élémentaire considéré;
 - tout défaut localisé (admissible) est limité à une surface qui résulte d'un coefficient 4 appliqué à une distance d'observation de 2 m, soit 8 cm².
- Teinte T (3) l'écart mesuré sur l'échelle de gris entre deux zones adjacentes de teintes différentes est limité à un point; entre les teintes extrêmes d'un même parement, cet écart est limité à deux points.
- Echantillon de minimum 20 m² servant de référence















galère





Choix du coffrage

- Utilisation de banches traditionnelles type H20 (Hünnebeck)
 - Flexibilité des dimensions
 - Peaux de coffrage neuve
 - Fixation de la peau coffrante de 18 mm par l'arrière sur un panneaux structurel de 12 mm
 - Choix de la position des trous de brelage
 - Pas d'empreintes de trous de brelage non-utilisés
- Coupe à onglet des panneaux d'angle et réservations
- Les chants des panneaux sont traités à la peinture
- Panneaux 100% bouleau pour éviter le gonflement
- Réemploi limité à +/- 10 utilisations
- Utilisation d'un type de banche unique pour l'ensemble du chantier :
 10.000 m2 de coffrage au total dont 1/3 en béton apparent



Plan de contrôle – 40 phases

	Phases (apparents en rouge)	1	2	3	4	5	6	7	8
Vérifications									
1	Nettoyage de la peau de coffrage et des chants de panneaux								
2	Produit de décoffrage appliqué par pulvérisation + passage de la raclette + enduisage des cônes								
3	Contrôle de la fixation de la latte d'arrêt du niveau de bétonnage en partie supérieure du voile								
4	Vérification du bon de livraison béton Date								
5	Malaxage 1 min/m3								
6	Respect de la vitesse de bétonnage : 2m/h								
7	Hauteur de chute du béton : 1 m max								
8	Contrôle de l'alignement vertical des coffrages avant et après bétonnage								
9	Enlèvement des cônes avec clé spéciale après décoffrage Date								
	Vérifications en plus pour voiles apparents (face visible)								
10	Enduisage de laitance des panneaux si première utilisation								
11	Pas de dommages (coups, clou) sur la peau visible								
12	Réservations de baies de portes et fenêtres réalisée avec coupe à onglet dans les angles								
13	Compriband sur la talonnette								
14	Compriband sur coffrage pour reprise sur phase précédente								
15	Compriband sur les cônes								
16	Compriband sur arrêt béton								
17	Rejeter les 250 premiers litres de béton								
18	Protections des armatures dépassantes par barbotine Date								
19	Protection des angles saillants sur h = 2 m Date								



Plan de contrôle

- Enduire de laitance les panneaux avant la première utilisation
- Contrôler l'absence de dommages sur la peau visible
- Fixation des boîtes de réservation à la face non-visible
- Nettoyer la peau de coffrage et les chants des panneaux
- Produit de décoffrage :
 - Emulsion (DOKA OPTIX)
 - Appliqué par pulvérisation
 - Passage de la raclette pour uniformisation



Accessoires de coffrage

- Chanfreins: joint souple ¼ de rond de rayon 5 mm
- Utilisation de Compriband pour limiter les pertes de laitance :
 - En pied de coffrage si talonnette
 - A la reprise sur un voile (collé sur le coffrage)
 - A l'arrêt de bétonnage → Si nécessaire, le béton est disqué sur l'épaisseur de l'enrobage
 - Sur les cônes des tiges de brelage
- Utilisation de cônes en béton préfabriqué







Critères liés au bétonnage

- Béton C35/45 BA EE4 S4 Dmax 16 CEM III/A 42,5 N LA
- Malaxage: 1 min/m3 et rejeter les 300 premiers litres de béton
- Hauteur de chute du béton : 1 m max
- Cadence de bétonnage continue
- Pas de bétonnage en cas de fortes pluies
- Carottes vibrantes diamètre 55 mm sauf dernier mètre 40 mm
- Resserrage des pièces de scellement par Ankrobox placés sur la face non-visible
- Dalles de sol :
 - CSC : polies-miroir avant réalisation des voiles
 - Variante : réalisation de chapes en béton poli après réalisation des voiles et des dalles









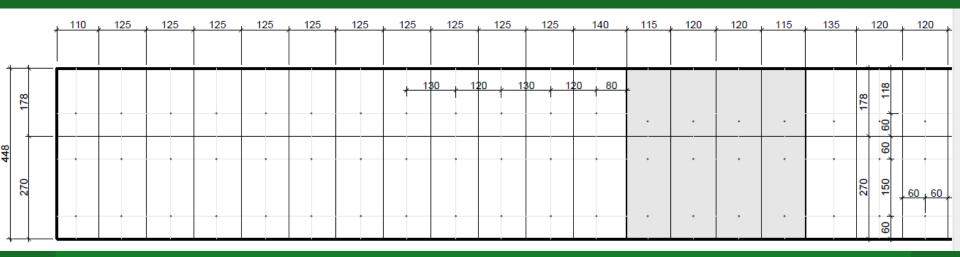


Critères liés au décoffrage et à la protection

- Décoffrage après minimum 2 jours
- Durée de coffrage identique pour toutes les phases -> planning de bétonnage en fonction des W-E et jours fériés
- Protections des armatures dépassantes
 - Barbotine
 - Cordon de mortier
 - Latte d'arrêt
- Protection des angles saillants sur h = 2 m après décoffrage
- Techniques spéciales : pas d'écritures, pas de cordex...



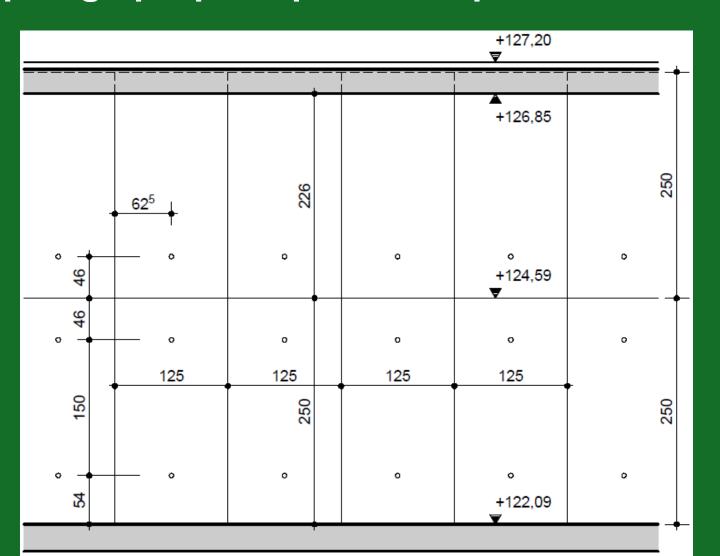
Calepinage proposé au CSC



- Bâtiment conçu sur des mailles de 5 m x 5 m
- Couloir central: largeur 6 m
- Planning d'exécution très court → phases de 25 m

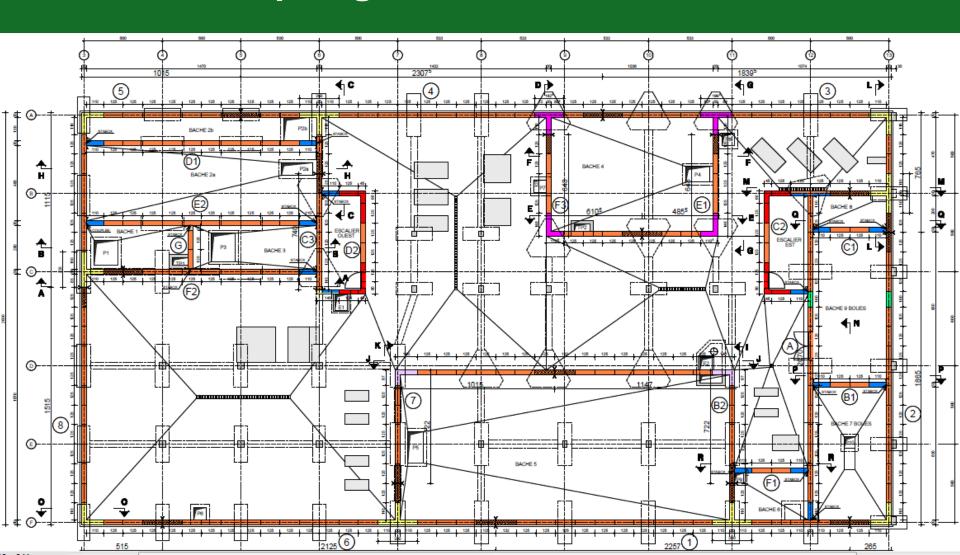


Calepinage proposé par l'entreprise



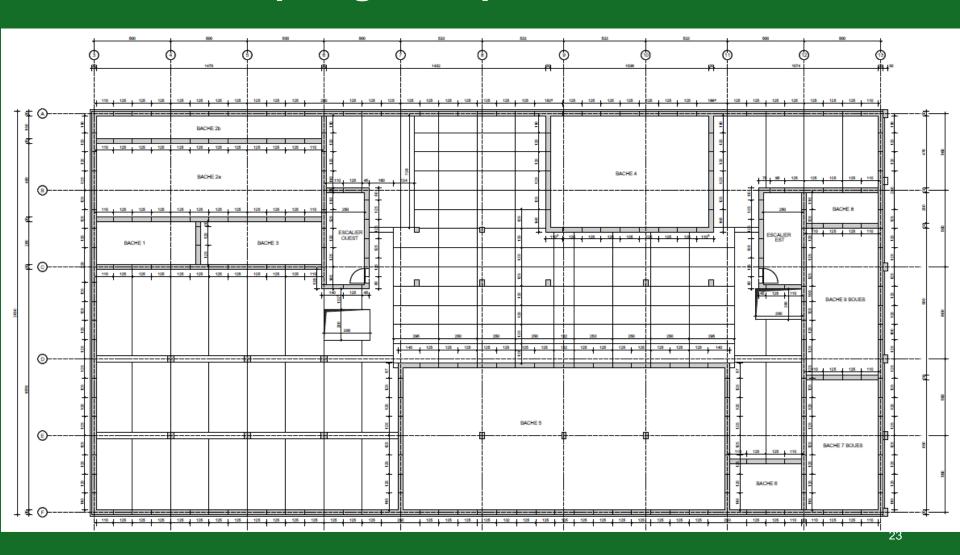


Plan de calepinage des voiles : niveau -1





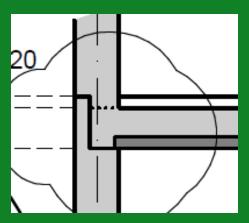
Plan de calepinage des plafonds





Baies et cage d'escalier

- Centrage des baies en fonction du calepinage des coffrages tout en respectant la fonctionnalité technique du local
- Niveau de bétonnage pour cage d'escalier → supérieur dalle







Conclusions

- Un coffrage et une recette de béton adaptés est une condition nécessaire pour la réalisation de bétons apparents de qualité mais pas suffisante.
- Le facteur humain reste prépondérant pour assurer la qualité et la continuité du résultat pour les bétons apparents.
- Ces bétons apparents réalisés en extérieur sont fortement influencés par les conditions météorologiques.









Claude Ployaert

Concrete Technology Engineer Inter-Beton

Membres de la Commission de normalisation E104 pour FedBeton



La nouvelle norme de spécification du béton NBN B 15-001:2018

Norme belge

EN 206:2013+A1:2016

NBN EN 206:2013+A1:2016

Norme belge

NBN B 15-001:2018

- NBN

Béton - Spécification, performances,

Valable à partir de 23-11-2016

Remplace NBN EN 206:2014

Béton - Spécification, performances, production et conformité - Complément national à la NBN EN 206 :2013+A1:2016

Valable à partir de 04-07-2018

Remplace NBN B 15-001:2012

La présente norme est l'annexe nationale définissant les conditions d'application en Belgique de la norme NBN EN 206:2013+A1:2016. La norme NBN EN 206:2013+A1:2016 ne peut être utilisée en Belgique qu'en combinaison avec son annexe nationale.

SPÉCIFICATION D'UN BÉTON



sur base d'une composition

par m³ de béton:

... kg de granulats .../...

... kg de sable .../...

... kg de ciment ...

... I d'eau...

... I de superplastifiant ...

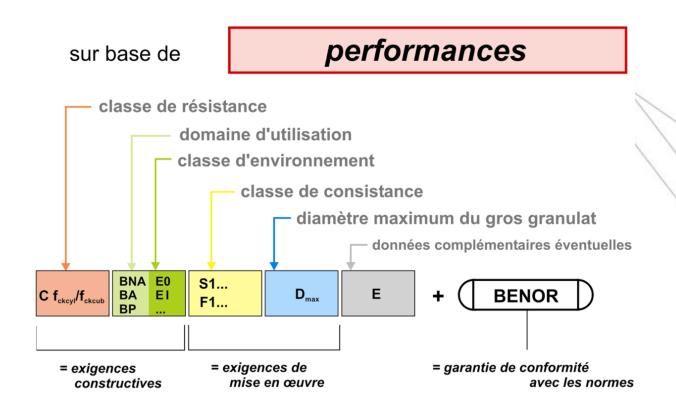
etc.



Le prescripteur doit s'assurer que la composition prescrite peut atteindre les performances attendues pour le béton autant à l'état frais que durci!

SPÉCIFICATION D'UN BÉTON



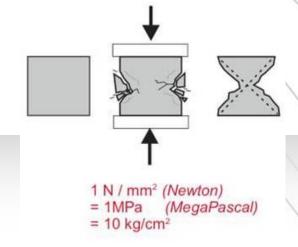


SPÉCIFICATION DE LA CLASSE DE RÉSISTANCE À LA COMPRESSION











Au plus les nombres sont élevés, au plus le béton est résistant

SPÉCIFICATION DE LA CLASSE DE **RÉSISTANCE À LA COMPRESSION**



 $C f_{ckcvl}/f_{ckcub}$ à 28 jours

Dans des cas spécifiques, la résistance à la compression peut être déclarée à un autre âge que 28 jours (par exemple pour des constructions massives)

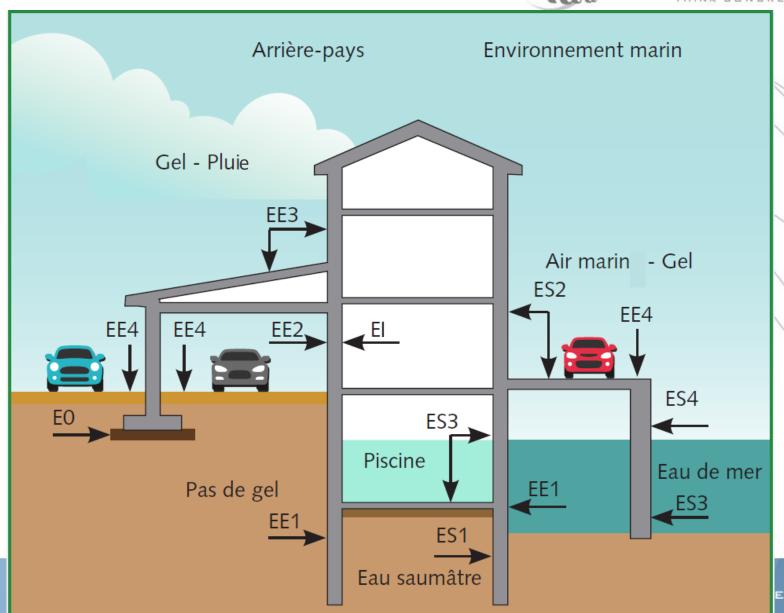


→ C35/45 (90d)→ C30/37 (56d)

Norme: §4.3.1 et 5.5.1.2

SPÉCIFICATION DE LA OU LES CLASSES D'ENVIRONNEMENT





LES CLASSES D'ENVIRONNEMENT

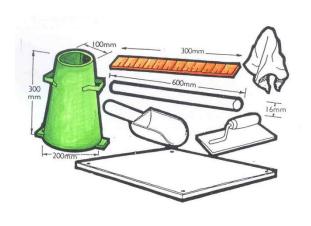
Classe	Description		Catégorie d'exposition RAS	BNA = Béton Non Armé			BA = Béton Armé BP = Béton précontraint				
				Type de béton	Classe minimale de résistance	Teneur minimale en ciment kg/m³	Rapport Eau-ciment maximal	Type de béton	Classe minimale de résistance	Teneur minimale en ciment kg/m³	Rapport Eau-ciment maximal
ENVIRONNEMENT NON AGRESSIF											
EO		AR1	T(1,50) T(1,00)	C8/10 C12/15	-	1,50 1,00	- Pas d'appl		plication		
	ENVIRONNEME	NT INTÉRIE	UR SEC								
El			AR1	T(1,00)	C12/15	-	1,00	T(0,65)	C16/20	260	0,65
	ENVIRONNEME	NT INTÉRIE	UR HUMIDE O	U EXTÉRIEUR							
EE1	Pas de g		AR2	T(1,00)	C12/15	-	1,00	T(0,60)	C20/25	280	0,60
EE2	Gel, pas de cont eau de pluie ou	projetée	AR2	T(0,55)	C25/30	300	0,55	T(0,55)	C25/30	300	0,55
EE3	Gel contact avec eau de pluie ou	Sans air entraîné	AR2	T(0,50)	C30/37	320	0,50	T(0,50)	C30/37	320	0,50
	projetée	Avec air entraîné		T(0,55)A	C20/25 ⁽²⁾	300	0,55	T(0,50)A	C25/30 ⁽³⁾	320	0,50
	Gols et sels de	Sans air entraîné		T(0,45)	C35/45	340	0,45	T(0,45)	C35/45	340	0,45
EE4	déverglaçage	Avec air entraîné	AR3	T(0,50)A	C25/30 ⁽³⁾	320	0,50	T(0,45)A	C30/37	340	0,45
	ENVIRONNEMENT	MARIN – PA	S DE CONTACT A	VEC DE L'EAU	DE MER MAIS	BIEN AVEC DE	L'AIR MARIN (JUSQU'À 3 KM	DE LA CÔTE)	ET/OU DE L'EAU	J SAUMÂTRE
ES1	Pas de g		AR2	T(0,60)	C20/25	280	0,60	T(0,50)	C30/37	320	0,50
ES2	Gel	Sans air entraîné	AR2	T(0,50)	C30/37	320	0,50	T(0,50)	C30/37	320	0,50
		Avec air entraîné		T(0,55)A	C20/25 ⁽²⁾	300	0,55	T(0,50)A	C25/30 ⁽³⁾	320	0,50
FCO	ENVIRONNEME					200	0.55	T(0.45)	635/45	240	0.45
ES3	Eléments imn	nergés Sans air	AR2	T(0,55)	C25/30	300	0,55	T(0,45)	C35/45	340	0,45
ES4	Zone de marées et d'éclaboussures	entraîné Avec air	AR3	T(0,45)	C35/45	340	0,45	T(0,45)	C35/45	340	0,45
	a componsiones	entraîné		T(0,50)A	C25/30 ⁽³⁾	320	0,50	T(0,45)A	C30/37	340	0,45
	ENVIRONNEMENT CHIMIQUEMENT AGRESSIF (1)										
EA1	Peu agres	sif	AR2	T(0,55)	C25/30	300	0,55	T(0,55)	C25/30	300	0,55
EA2	Moyennement		AR2	T(0,50)	C30/37	320	0,50	T(0,50)	C30/37	320	0,50
EA3	Très agres	sif	AR2	T(0,45)	C35/45	340	0,45	T(0,45)	C35/45	340	0,45

⁽¹⁾ Un liant à haute résistance aux sulfates doit être utilisé si la teneur en sulfate > 600 mg/kg dans l'eau et > 3000 mg/kg ou 2000 mg/kg (voir note c du tableau 2 de la NBN EN 206:2013 + A1) dans le sol

SPÉCIFICATION DE LA CONSISTANCE DU BÉTON



- La consistance du béton frais détermine l'ouvrabilité du béton.
- Elle décrit non seulement la cohésion interne du béton frais, mais aussi d'importantes propriétés telles que le comportement à l'écoulement, la tendance à la ségrégation.
- La consistance du béton frais a une influence primordiale sur la facilité de mise en place et de compactage du béton.
- Elle se mesure par l'affaissement au cône d'Abrams





Affaissement : différence de hauteur entre hauteur initiale (300 mm) et béton affaissé

- S1 de 10 à 40 mm
- S2 de 50 à 90 mm
- S3 de 100 à 150 mm
- S4 de 160 à 210 mm
- S₅ plus de 220 mm

QUELLE CLASSE FAUT-IL DEMANDER?

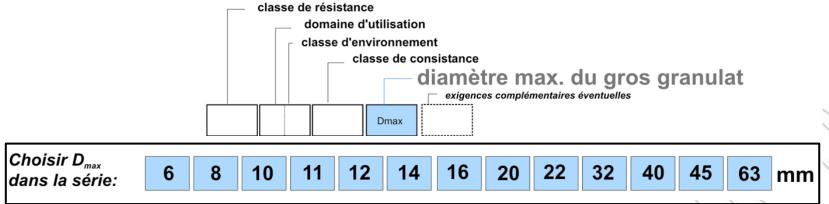


La consistance dépend du choix du mode de compactage

	Classe de consistance							
S0	S1	S2	S3	S4	S5	Béton autoplaçant		
Energie de	e compactage							
Damage, utilisation d'un rouleau	Forte vibration interne utile	Vibration interne normale		Léger con	npactage	Sans compactage		
Stabilisés	Slipform		liers, de pente	Voiles	Dallages	Eléments fortement ferraillés		

SPÉCIFICATION DU DMAX





De sorte que: $D_{max} \leq 0,20 a$

 \leq 0,20 b

 \leq 0,75 c

 \leq 0,25 d

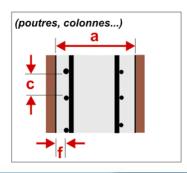
≤ 0,40 e

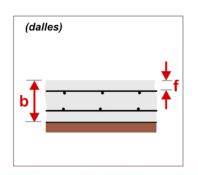
< f

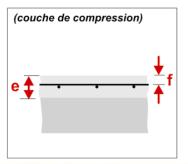
6 mm est considéré équivalent à 8 mm 14 mm est considéré équivalent à 16 mm 20 mm est considéré équivalent à 22 mm

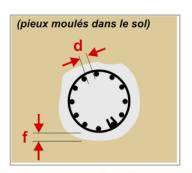


enrobage en cas de sels et/ou d'agents agressifs: ≥ 40 mm)

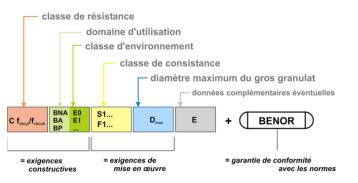








performances





BÉTON POUR VOILES



BÉTON POUR VOILES INTÉRIEURS



Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001 C25/30 - BA - EI - S4 - 20mm

Béton BENOR ? Possible

Choix du ciment : par défaut → Influence sur la teinte ?

Classes PREV et AR : par défaut

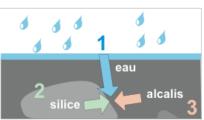
RÉACTION ALCALI-SILICE Classes PREV et AR



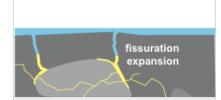
Annexe I de la NBN B15-001 Mesures de prévention en matière de réaction alcali-silice (RAS)

origines:

- 3 conditions doivent être remplies SIMULTANEMENT:
- 1- environnement humide
- 2- granulats réactifs
- 3- teneur élevée en alcalis







mesures de prévention / protection:

- ciment LA (Low Alkali)
- béton compact (E/C \)
- granulats non réactifs (à vérifier dans labo spécialisé)





RÉACTION ALCALI-SILICE Classes PREV et AR



Obligation du prescripteur : évaluer le risque en fonction des risques
 économiques et sociétaux
 Fixer le NIVEAU DE PREVENTION RAS (PREV)

NIVEAU	Description	Exemple
PREV1	Effets de la RAS très limités et acceptables	Eléments remplaçables
PREV2	Effets de la RAS peu acceptables	Bétons constructifs
PREV3	Effets de la RAS non acceptables	Grands ouvrages (ponts, quais,)

CLASSE D'ENVIRONNEMENT	CATEGORIE D'EXPOSITION RAS		
E0		AR1	
EI		AR1	
EE			
EE1		AR2	
EE2		AR2	
EE3		AR2	
EE4		AR3	
ES			
ES1		AR2	
ES2		AR2	
ES3		AR2	
ES4		AR3	
EA			
EA1		AR2	
EA2		AR2	
EA3		AR2	
1			

AR1

Environnement intérieur, sans exposition à des sources externes d'humidité.

AR2

Environnement intérieur humide ou extérieur, immergé dans de l'eau (de mer) ou en contact avec un sol non agressif.

AR3

Environnement humide et exposé à des alcalis (p.ex. sels de déverglaçage) ou cycles mouillage-séchage en présence d'eau de mer ou saumâtre. Par défaut, PREV2 et classe AR découlant de la classe d'environnement

MAIS AUTRE PRESCRIPTION POSSIBLE

RÉACTION ALCALI-SILICE Classes PREV et AR



 → En fonction des niveaux de prévention RAS définis et de la catégorie choisie d'exposition RAS, des mesures préventives adéquates doivent être prises.
 Quatre différentes mesures sont décrites afin de prévenir des effets néfastes de la réaction alcali-silice.

	AR1	AR2	AR3
PREV1	Aucun	Aucun	Aucun
PREV2	Aucun	1 ou 2 ou 3 ou 4	1 ou 2 ou 3 ou 4
PREV3	Aucun	1 ou 3 ou 4	1 ou 3* ou 4*

^{*} Avec exigences plus sévères sur ces mesures

- 1. Utilisation de granulats non réactifs
- 2. Utilisation d'un ciment LA (conforme à la NBN B 12-109)
- 3. Limiter le bilan en alcalis du béton
- 4. Essais de performances en laboratoire pour la composition choisie

BÉTON POUR VOILES EXTÉRIEURS



Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

C30/37 - BA - EE3 - S4 - 20mm - WAI(0,50)

Béton BENOR ? Possible

Choix du ciment : par défaut

→ Influence sur la teinte ?

→ Si les voiles doivent rester apparent, un ciment clair est généralement spécifié

Classes PREV et AR : par défaut

Classe WAI(0,50) → Béton contenant moins d'eau et plus d'adjuvant!

→ Si les voiles doivent rester apparents, déconseillé car risque de bullage

Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

C30/37 - BA - EE3 - S4 - 20mm

Ciment CEM III/A 42,5 N LA

Voiles devant rester apparents

BÉTON POUR VOILES EXTÉRIEURS



et difficulté pour la mise en œuvre

Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

C30/37 - BA - EE3 - S4 - 20mm

Ciment CEM III/A 42,5 N LA

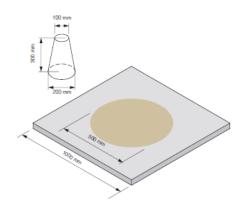
Voiles devant rester apparents

- → Impossible de vibrer correctement le béton
- → Choix de béton auto-plaçant

BÉTON AUTO-PLAÇANT



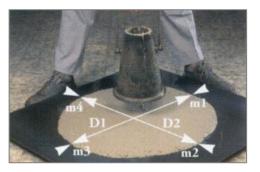
Classe de consistance : Slump-Flow











Pour du béton auto-plaçant, il faut prescrire une classe d'étalement au cône d'Abrams (SlumpFlow)

> SF1: 550 - 650 mm SF2: 660 - 750 mm SF3: 760 - 850 mm

BÉTON POUR VOILES EXTÉRIEURS et difficulté pour la mise en œuvre



Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

Béton auto-plaçant

C30/37 - BA - EE3 - SF2 - 20mm

Ciment CEM III/A 42,5 N LA

Voiles devant rester apparents

→ Béton BENOR ? Possible mais aptitude à l'emploi des matières premières

APTITUDE À L'EMPLOI



5.1 Exigences fondamentales relatives aux constituants

5.1.1 Généralités

(1) Seuls les constituants dont l'aptitude à l'emploi pour l'utilisation prescrite est établie doivent être utilisés dans les bétons conformes à la présente Norme européenne.

NOTE 1 Lorsque l'aptitude générale à l'emploi d'un constituant est établie, cela ne signifie pas qu'il peut être utilisé dans toutes les applications prévues ou quelle que soit la composition du béton.

APTITUDE À L'EMPLOI



Dans le cas des bétons auto-plaçants : **adjuvant modificateur de viscosité NON BENOR** (adjuvant incorporé dans du béton pour limiter la ségrégation en améliorant la cohésion)

Aptitude spécifique à l'emploi non démontrée

Dans le cas des bétons colloïdaux : adjuvant colloïdal NON NORMALISÉ (adjuvant incorporé dans du béton pour limiter la ségrégation en améliorant la cohésion)

→ Aptitude générale à l'emploi non démontrée

Pour d'autres matières premières, les aptitudes générale et spécifique sont peut-être démontrées mais, selon le TRA 550, 3 ITT doivent être disponibles

→ BENOR non disponible avant la fin de ces ITT (minimum 28 jours)



BÉTON POUR VOILES EXTÉRIEURS et difficulté pour la mise en œuvre



Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

Béton auto-plaçant

C30/37 – BA – EE3 – SF2 – 20mm Ciment CEM III/A 42,5 N LA Voiles devant rester apparents

→ Temps de mise en œuvre long souhaité → 180 minutes ?

DÉLAI DE MISE EN ŒUVRE GARANTI



→ Définition selon la norme NBN B 15-001

Laps de temps après le premier contact entre le ciment et l'eau durant lequel la prise du béton n'a en aucun cas commencée.

Le producteur mentionne le délai de mise en œuvre garanti, exprimé en minutes, sur le bon de livraison. Si le producteur désire déclarer un temps de mise en œuvre supérieur à XXX min, il doit en apporter les preuves nécessaires.

XXX =

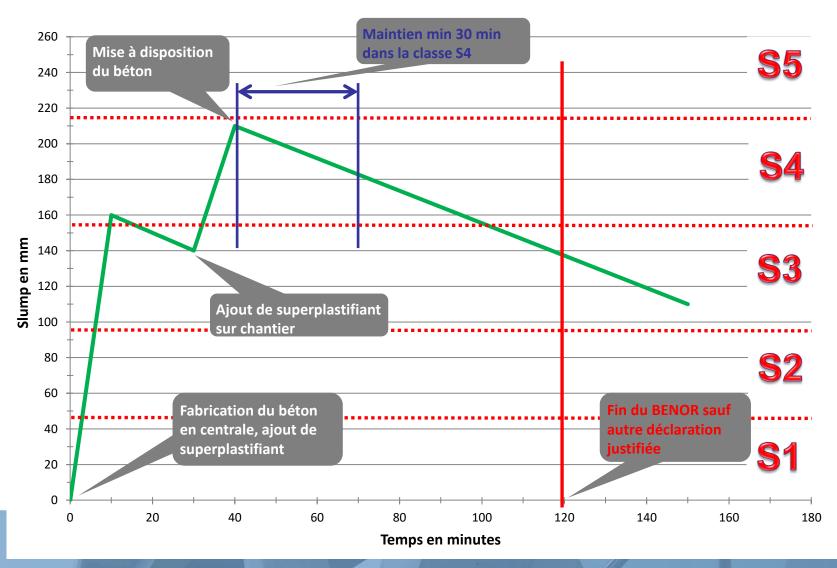
- 100 min. pour bétons à base de CEM I et CEM II
- 120 min. pour bétons à base de CEM III et CEM V



DÉLAI DE MISE EN ŒUVRE GARANTI



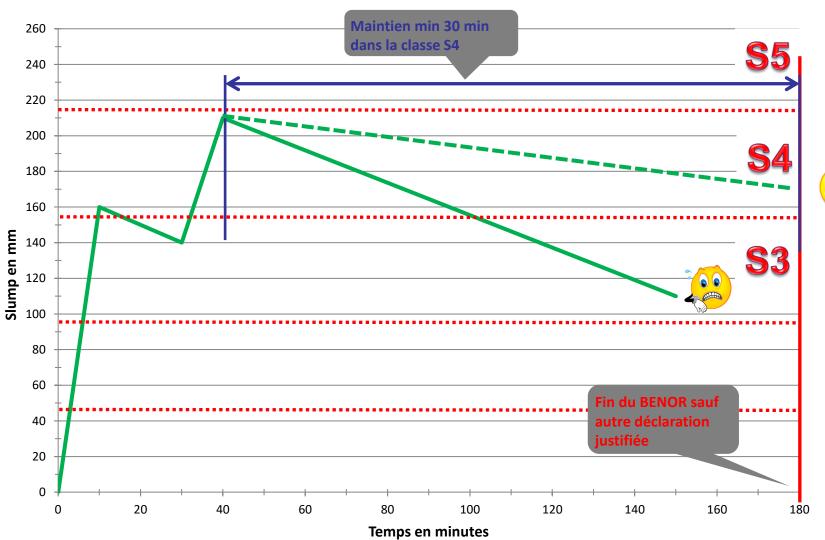
Exemple d'évolution de la consistance dans le temps pour un béton à base de CEM III



DÉLAI DE MISE EN ŒUVRE GARANTI



Exemple d'évolution de la consistance dans le temps pour un béton à base de CEM III





BÉTON POUR VOILES EXTÉRIEURS



et difficulté pour la mise en œuvre

Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

Béton auto-plaçant

C30/37 - BA - EE3 - SF2 - 20mm

Ciment CEM III/A 42,5 N LA

Voiles devant rester apparents

Délai de mise en œuvre de 180 minutes

BÉTON POUR CHAPE DE COMPRESSION



Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

C25/30 - BA - EI - S4 - 16mm

Ajout de fibres : 10,6 kg/m³

 \rightarrow BENOR?



BÉTON POUR CHAPE DE COMPRESSION



Béton conforme aux normes NBN EN 206 et NBN B15-001

C25/30 - BA - EI - S4 - 16mm

Ajout de fibres: 10,6 kg/m³

 \rightarrow BENOR ?

Aptitude spécifique à l'emploi des fibres Homogénéité de la répartition des fibres

5.2.7 Utilisation de fibres

(Addition après la remarque 2)

Remarque 3 : Pour démontrer l'aptitude spécifique à l'emploi et la <u>répartition homogène des fibres dans le béton</u>, le producteur peut se baser sur l'attestation fournie dans un Agrément Technique.

ATG 1857



Rue d'Arlon, 53 - B-1040 Bruxelles www.bcca.be - info@bcca.be

Valable du 27/10/2017

au 26/10/2022

BÉTONS RENFORCÉS DE FIBRES



Ajout de fibres au béton

Cas n°	Ajout en centrale	Ajout sur chantier	Béton sur bon de livraison
1	Fibres avec ATG		BENOR si ITT validé
2		Fibres avec ATG	BENGR
3	Fibres sans ATG		BENCE

BÉTONS RENFORCÉS DE FIBRES



→ TRA 550 v4.0

Si la livraison concerne une recette comprenant des fibres certifiées ATG, validée dans le cadre des ITT (y compris la teneur en fibres maximale autorisée), le béton peut être livré sous BENOR. Il y a lieu de mentionner sur le bon de livraison :

- le type et la quantité de fibres ajoutées ainsi que le numéro de certificat ATG;
- si la répartition homogène des fibres dans le béton n'est pas reprise dans l'évaluation de conformité, la phrase « homogénéité non garantie par la marque BENOR »;
- si la ductilité n'est pas reprise dans la spécification, la phrase : « ductilité non garantie par la marque BENOR ».

BÉTONS POUR TRAVAUX GÉOTECHNIQUES SPÉCIAUX



⇒ Spécifier un C25/30 EE1 S4 20mm conforme à la NBN B15-001 n'est pas suffisant

L'annexe D [normative] des normes reprend des exigences complémentaires (celles des normes NBN EN 1536 (pieux forés) et la NBN EN 1538 (parois moulées)).









BÉTONS À BASE DE GRANULATS RECYCLÉS









→ Le bon de livraison mentionne le type de granulats recyclés et le pourcentage en volume ajouté

Tableau 7-ANB — Pourcentage maximal de remplacement des gravillons (% volume) en fonction de la classe d'environnement pour du béton non armé

Béton non armé						
	Classes d'environnement					
	E0, EI, EE1	EE2, EE3, ES1, ES2, ES3, EA1	EE4, ES4, EA2, EA3			
Granulat de béton de type A+	50 %	20 %	0 %			
Granulat mixte de type B+	20 %	0 %	0 %			

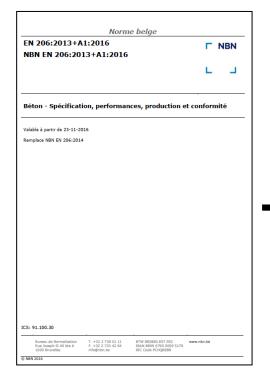
Tableau 8-ANB — Pourcentage maximal de remplacement des gravillons (% volume) en fonction de la classe d'environnement pour du béton armé

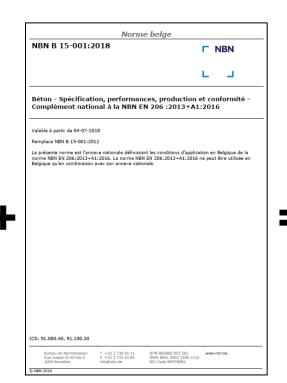
Béton armé							
	Classes d'environnement						
	El	EE1	EE2, EE3, EA1	EE4, ES1, ES2, ES3, ES4, EA2, EA3			
Granulat de béton de type A+	30 %	30 %	20 %	0 %			
Granulat mixte de type B+	20 %	0 %	0 %	0 %			













https://www.febelcem.be

APPLICATION BETON POUR LA SPÉCIFICATION DU BÉTON







Vinciane Dieryck

Sr. Project Manager CSTC



Thank you for your attention







Application **BETON** pour la spécification du béton

Vinciane Dieryck





















Application BETON pour la spécification du béton

~ 500 cas pathologie BETON sont signalés au service des avis techniques du CSTC (13% des cas)

Comment améliorer la qualité des ouvrages en béton ?







Spécification adéquate des bétons mais spécification pas aisée









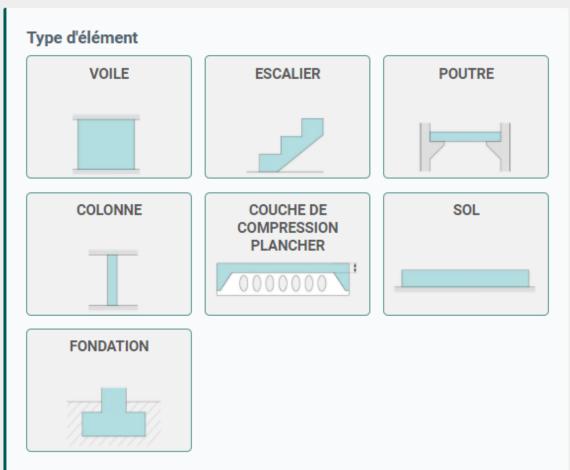


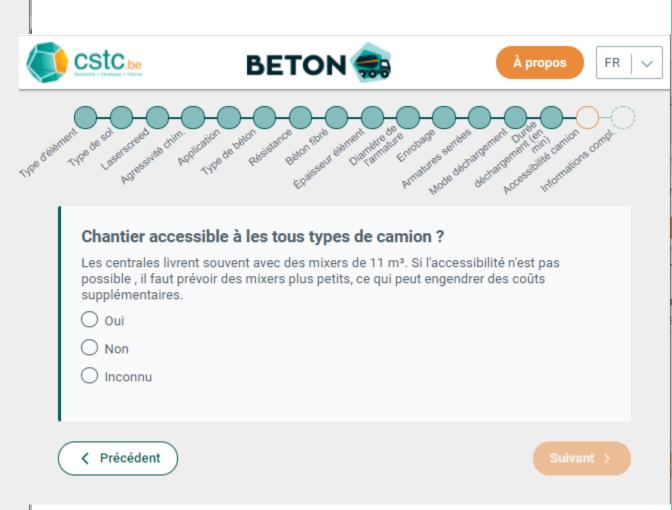


Type d'alarment Agressivité d'in.

Application Type de batton Résistance d'alarment dechargement d'accessibilité carrion des compt.

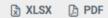
Et airce dechargement dechargement from Accessibilité carrior d'accessibilité carrior d'a





Suivant

Résultats



	Données	Résultat
А	Classe de résistance	C25/30
B1	Domaine d'utilisation : Béton Armé (BA) ou Béton Non Armé (BNA)	BA
B2	Classe d'environnement	EE1
С	Classe de consistance	S5
D	Diamètre maximal des granulats	16 mm
		Note: Les données complémentaires suivantes peuvent être spécifiées dans certains cas mais ne sont pas prises en compte dans cette spécification: • types ou classes particulières de ciment, autres que les ciments à haute résistance aux sulfates ou les ciments à faible chaleur d'hydratation • types particuliers d'adjuvant (hydrofuge de masse, pigment,) • types ou catégories particulières de granulats • classe d'absorption d'eau par immersion. Si vous désirez spécifier ces données, il est recommandé de prendre contact avec la centrale à béton pour une spécification plus précise.
E	Données complémentaires	Béton pour sol selon la NIT 267 du CSTC : • Emin 180 litre/m³ • Cmin 320 kg/m³ • Amax 3,0 % • Squelette inerte selon annexe A (NIT 267)
		Résistance à la réaction alcali-silice (RAS) : Niveau de prévention RAS (PREV)/Catégorie d'exposition RAS (AR) : PREV2/AR2
		Béton pompé sur une longueur totale de tuyaux de plus de 50 m Note : La pompe à béton peut être commandée à la centrale à béton Pompe compacte de type city-pompe

Application BETON pour la spécification du béton

- Application gratuite
- Disponible sur web:
 - betonapp.cstc.be
 - betonapp.wtcb.be
- Version iOS et Android en octobre 2021
- En FR et NL
- Exportation des données en xls ou pdf
- Non compris (dans un 1er temps):
 - Bétons spéciaux (projeté, léger ou lourd, colloidal, ...)
 - Ouvrages d'art
 - Béton de route





LE BÉTON, MATIÈRE D'AMÉNAGEMENTS URBAINS QUALITATIFS



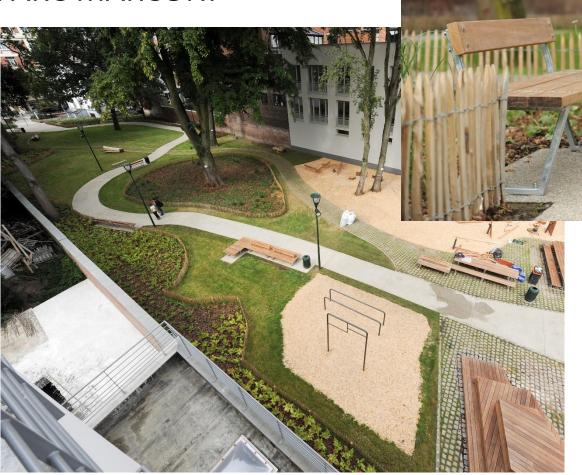


SOMMAIRE

Tour d'Horizon Les Facteurs d'Influence Conception et Prescription Mise en Œuvre Conclusions



PARC MARCONI



FICHE TECHNIQUE

Projet: Parc Marconi

Situation: Forest, Bruxelles

Type: Revêtement béton discontinu coloré lavé

Maître de l'ouvrage : Commune de Forest

Auteurs de projet : Suède36, architectes urbanistes

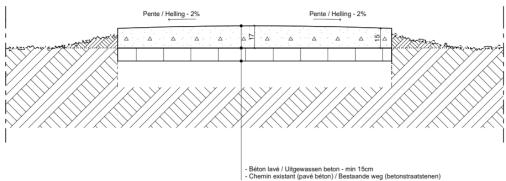
Entreprise: TSBV

Année de réalisation : 2015

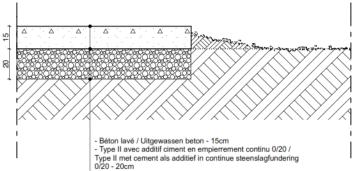


PARC MARCONI

Profil en travers - chemin existant



Profil en travers - nouvelle fondation







PLACE DE BROUCKERE





PLACE DE BROUCKERE



STATUT DU PROJET COMMUNE(S) CONCERNÉE(S) En exécution Ville de Bruxelles **DÉBUT DU PROJET FIN DU PROJET** automne 2017 hiver 2021 BUREAU(X) D'ÉTUDES **TYPE DE PROJET** Sum Project - Greisch Mobilité ENTREPRENEUR(S) COORDINATEUR SÉCURITÉ Viabuild Cosep





PÔLE MARHEXE - HERSTAL





Place Marhexe, Herstal



CHARLEROI, LES QUAIS DE SAMBRE



© A. Nullens



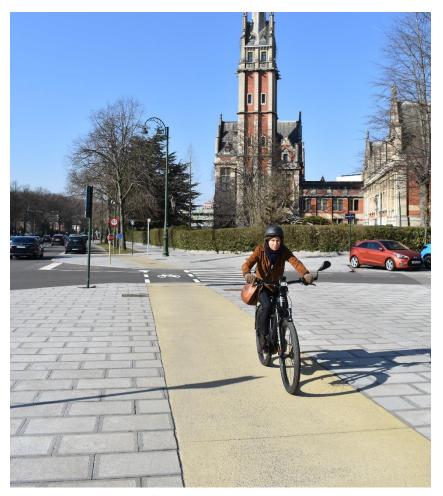
REDU, PROJET GALAXIA

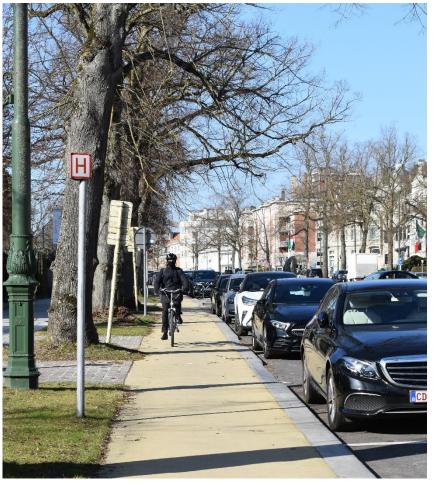




AVENUE FRANKLIN ROOSEVELT

Piste cyclable









DURABILITE



Résistance à l'usure



Entretien



Résistance aux gels + sels de déverglaçage



Indicateurs environnementaux (Potentiel de recyclage)

ASPECT DE SURFACE

Le béton matière d'aménagement d'espace urbain, peut prendre multiples aspects





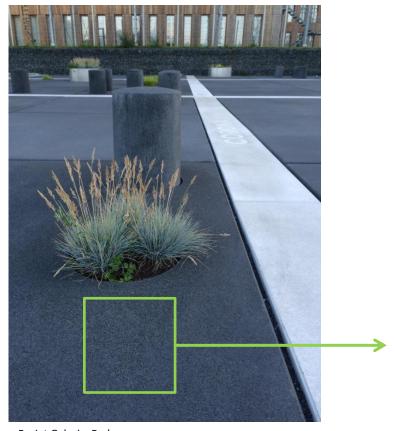
COULE EN PLACE

PREFABRIQUE





Choix de la texture de surface







Surface légèrement texturée minimise les différences de teinte





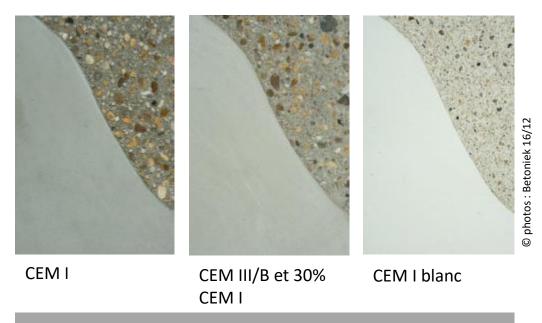
Choix de la texture de surface



Composition de béton identique mais traitement de surface différent



Type de ciment



CEM III:

- Influence esthétique limitée entre CEM III/A et CEM III/B
- Les propriétés technologiques priment! ATTENTION : CEM III/B plus lent ⇒ cure!!!





Type de sable



Sable de rivière



Sable de rivière riche en limon

- Particulièrement pour les revêtements en béton coloré lavé, le choix du sable est important
- Durabilité VS teinte
- Disponibilité des matières premières



Pigments

Effet du dosage en pigments sur la couleur du béton Exprimé en % de la masse de ciment

CEM I blanc, pigments Scholtz, sable lavé, w / c = 0,45





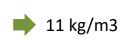
© photos : Betoniek 16/12

Malaxage en centrale

Utilisation de pigments :

- prémélange : pigment + sable + granulats durant min 15 sec
- Temps de malaxage suffisamment long (1,5 à 2 min)
- Béton prêt à l'emploi : poudre ou sachets solubles -> à la sortie du malaxeur et directement dans le camion mixer, temps de malaxage d'environ 20 min.

Matériaux	
CEM I	350 kg/m³
Pigments	3 %





1 sac soluble = 5 kg



10 kg/m3 correspond à 2,9 %



Granulats

- Taille
- Origine
 - Belges classiques: porphyre, grès, gravier concassé / roulé, calcaire
 - Export: pierres de couleur (granit de Cavaillon)



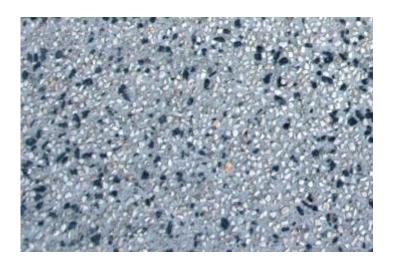






Granulats

- Dmax
- Courbe Granulométrique (continue, discontinue)
- Roulés/concassés







Mise en œuvre du béton

Pour la préfabrication de dalles

- Huile de décoffrage
- Type de coffrage peau de coffrage
- Temps de coffrage constant
- Conditions de maturation et cure



Mise en œuvre du béton

Pour la réalisation de béton coulé en place

- Produits de cure
- Précision et soin dans le traitement (profondeur de désactivation, brossage, etc.)
- Conditions de maturation



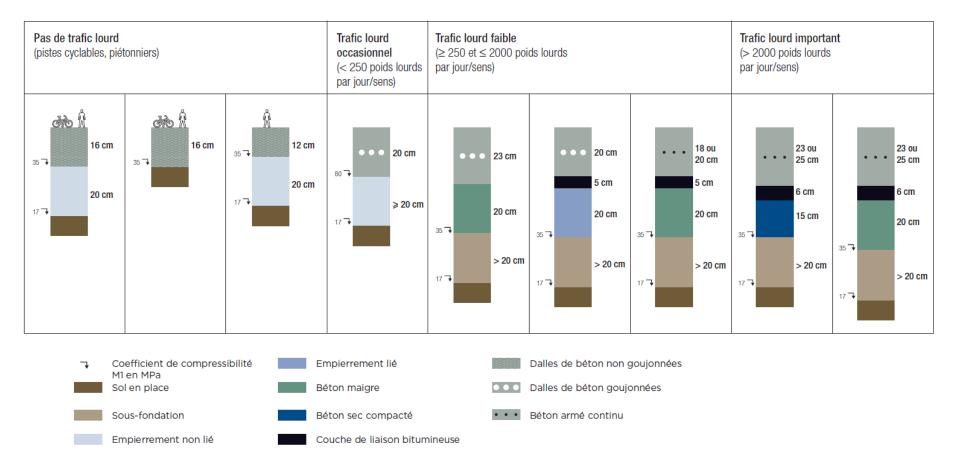






Parc Marconi – réalisation des bétons

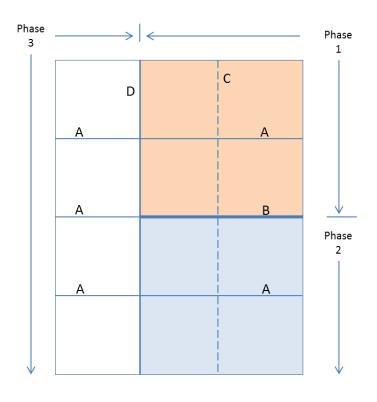
CONCEPTION ET STRUCTURE





CONCEPTION ET STRUCTURE

Le plan des joints (béton coulé en place)



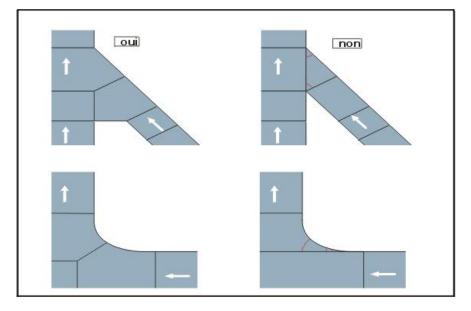
1 < L/l < 1,5 L < 25 x épaisseur Superficie des dalles limitée à 20 - 25 m²

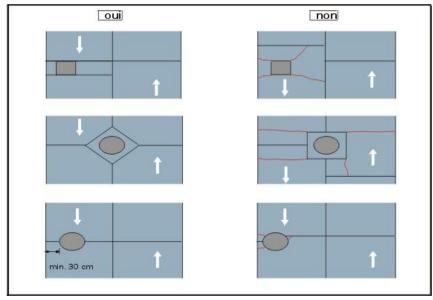
- A Joint transversal de retrait
- B Joint transversal de construction
- C Joint longitudinal de flexion
- D Joint longitudinal de construction



CONCEPTION ET STRUCTURE

Le plan des joints (béton coulé en place)

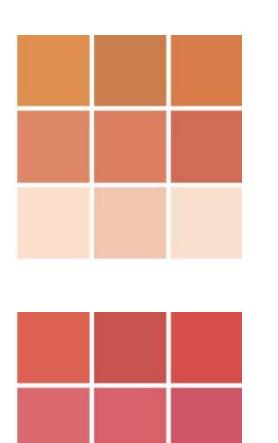




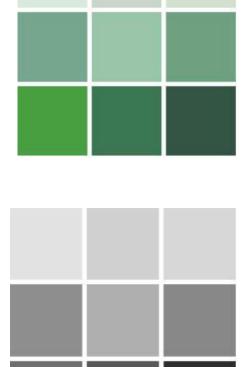


« Les bétons seront d'aspect et de teinte uniforme brun/rouge sans bullage, sans redent, sans bavure ni nid de gravier »











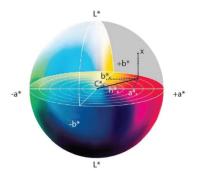


PERFORMANCE

- Couleur
- Densité / type de granulat en surface
- Texture
- Projet de référence, visuels

L = clarté a = part de rouge-vert b = part de jaune-bleu

Espace colorimétrique L*a*b*



COMPOSITION DU BETON

- Type et teneur en pigment
- Provenance des granulats
- Courbe granulométrique
- Etc.





Normes et Cahiers des Charges Types



CCT Qualiroutes

Site "Qualité & Construction": http://qc.spw.wallonie.be

CAHIER DES CHARGES TYPE

QUALIROUTES

approuvé par le Gouvernement wallon en date du 20 juillet 2011

CHAPITRE G

REVETEMENTS



PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	21-601
PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	Edition 3	2016









PLANCHES D'ESSAIS SUR CHANTIER

L'échantillon test grand format – référence pour l'évaluation







Préfabriqué



VIEILLISSEMENT DU BÉTON COLORÉ DANS LE TEMPS

« Weathering » : la couleur d'une surface en béton dépend des conditions d'utilisation et de l'environnement naturel auquel la surface est exposée.

- Le climat et les précipitations (intempéries, gel, pluies, etc.)
- Charge de trafic
- Matériaux organiques (mousses, algues, etc.)
- Usagers (chewing gum, poussières, etc.)



Il convient de protéger la surface du béton par un **produit hydrofuge**



VIEILLISSEMENT DU BÉTON COLORÉ DANS LE TEMPS

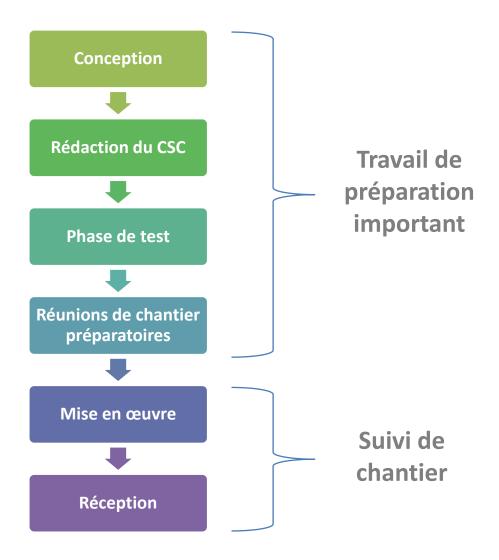
Lors de la conception

- Choix des granulats
- Teintes « faciles »
- Surfaces légèrement texturées











DES PROJETS DE PLUS EN PLUS DIVERSIFIES



Parc Georges-Henri, Woluwe St Lambert

- Béton fibrés
- Incristation de pavés en asphalte
- Encore en chantier

Bruxelles Environnement TSBV Melin





DES PROJETS DE PLUS EN PLUS DIVERSIFIES



Parc Messancy

• Béton brossé et imprimé





DES PROJETS DE PLUS EN PLUS DIVERSIFIES

Rue Royale Tournai

- Béton sablé strié
- Exécution automne 2021

Ville de Tournai Eurovia SWECO – Paola VIgano TSBV Melin





MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Nathalie Balfroid

nathalie@cemco-consult.be

0476/59 95 76









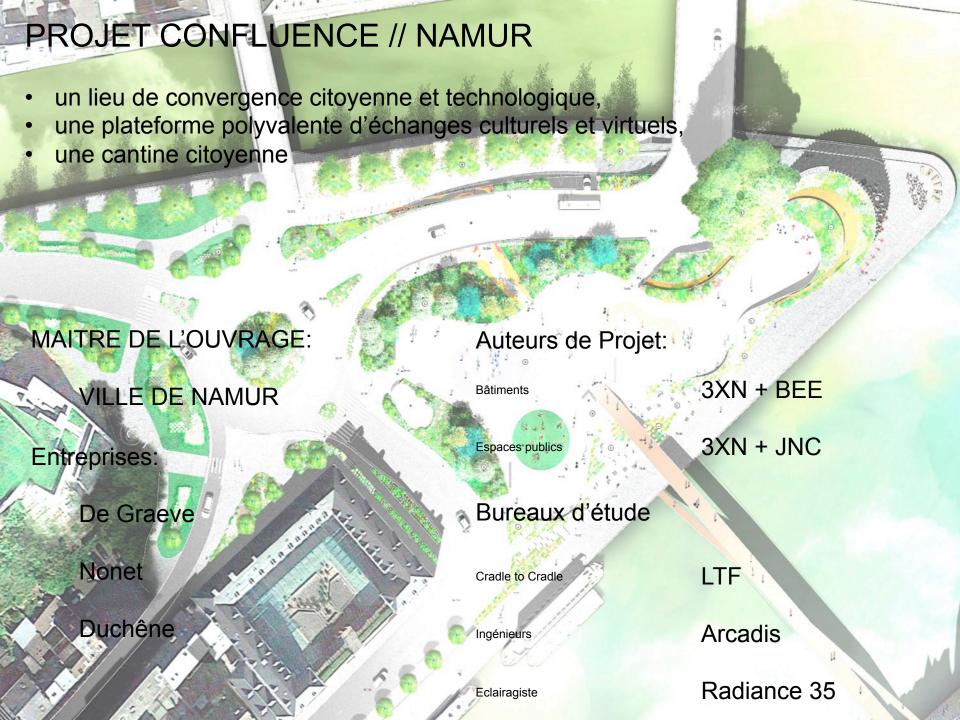






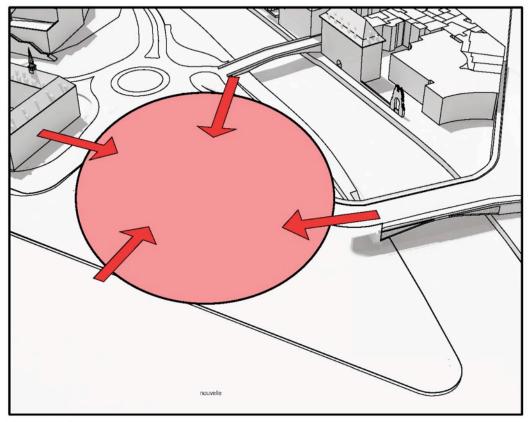








Création d'un vaste espace de rencontre



Physique / Numérique Le site historique du Grognon est le lieu physique du nouveau port numérique.







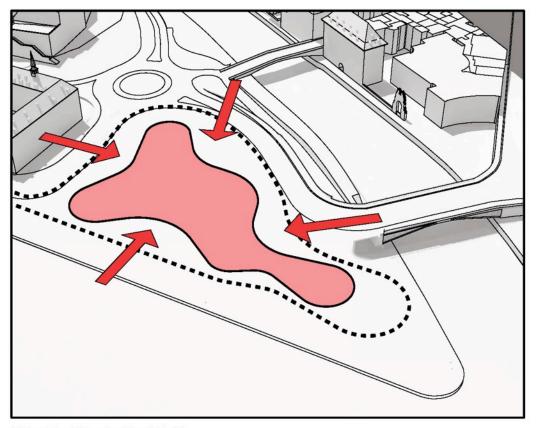






Adaptation de l'espace

à son environnement urbain



Différenciation / Déformation : Nouvelle identité

L'espace est influencé par son environnement créant des zones

d'activités distinctes.







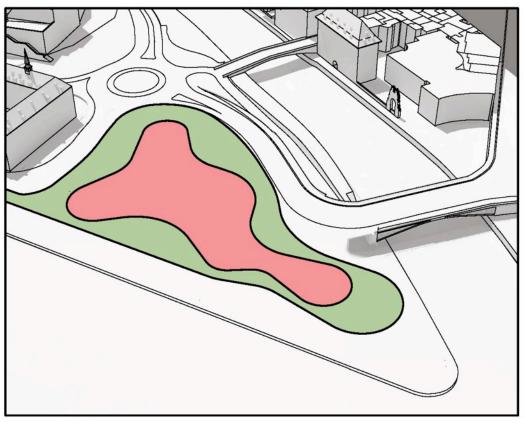






Création d'un bord:

... souple et ondulante



Le ruban des possibilités :

Une bordure verte est mise en place pour établir une limite entre la ville et la nouvelle place du Grognon.





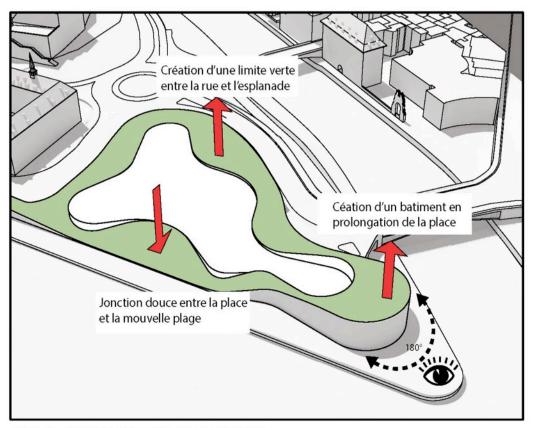








... adaptée à ses limites



Cette bordure est manipulée de façon à devenir une frontière physique, une connexion entre les programmes et le volume du bâtiment.





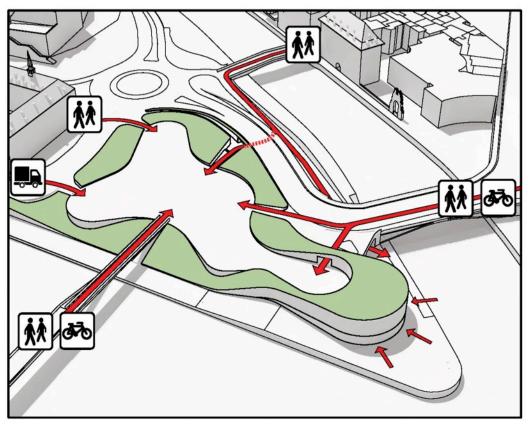








... perméable horizontalement



Les fluxs urbains viennent couper les limites de la place du Grognon ouvrant des connexions avec la ville.





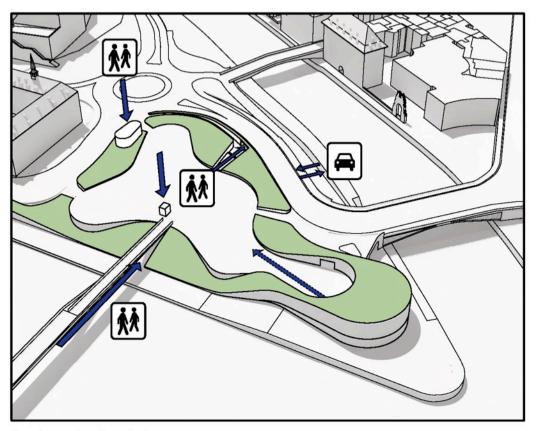








... perméable verticalement



Connexions avec le parking souterrain.





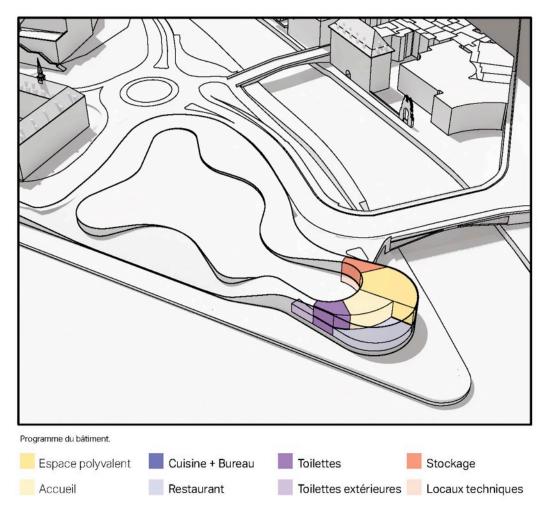








... habitée







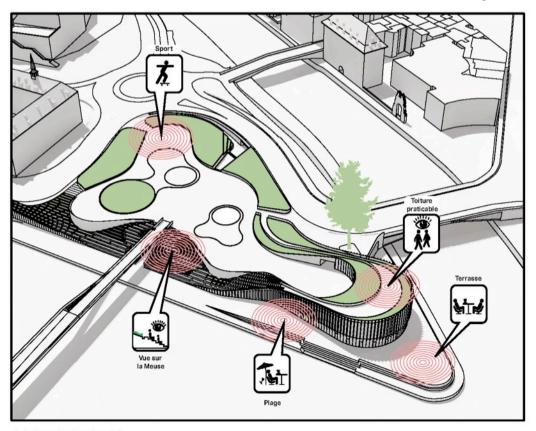








... différentiée de par ses usages



Activités en bordure du projet.





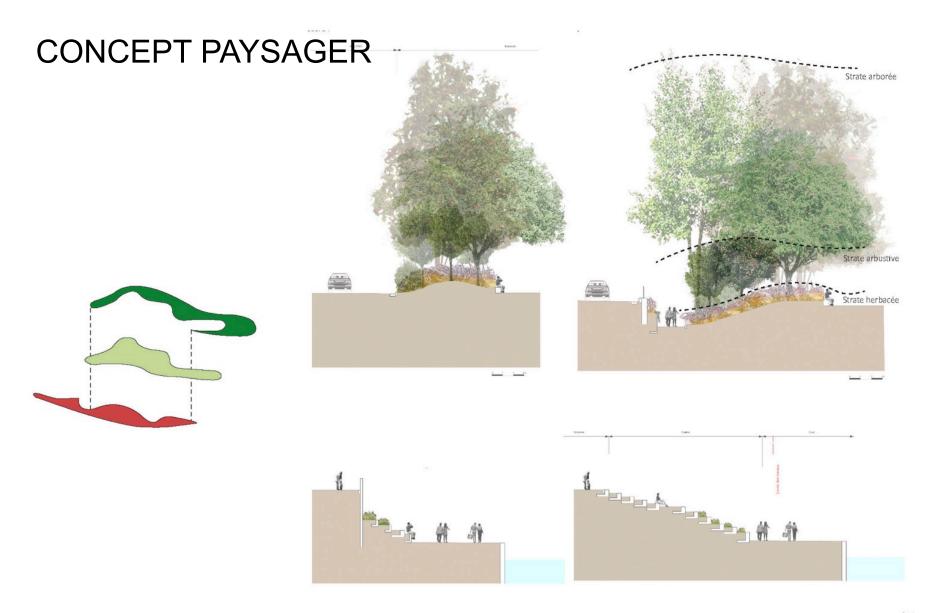












Urban *Edge – Lisière* urbaine





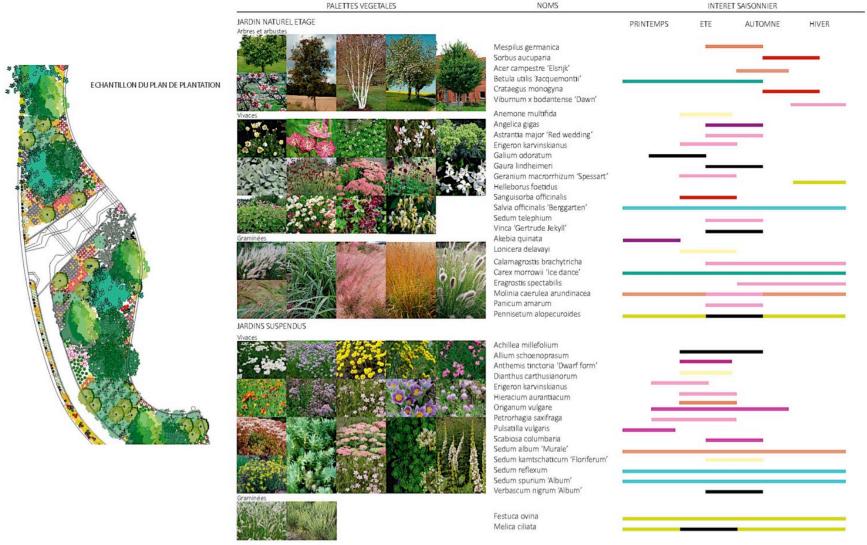








CONCEPT PAYSAGER



Urban Edge – Lisière urbaine













CONCEPT PAYSAGER

Vue depuis la nouvelle place du Grognon, nouveau lieu d'interaction de la ville de Namur.





CONCEPT PAYSAGER La géométrie unique de ce projet s'intègre parfaitement dans le paysage urbain de la ville de Namur sans le dénaturer. Urban Edge – Lisière urbaine

























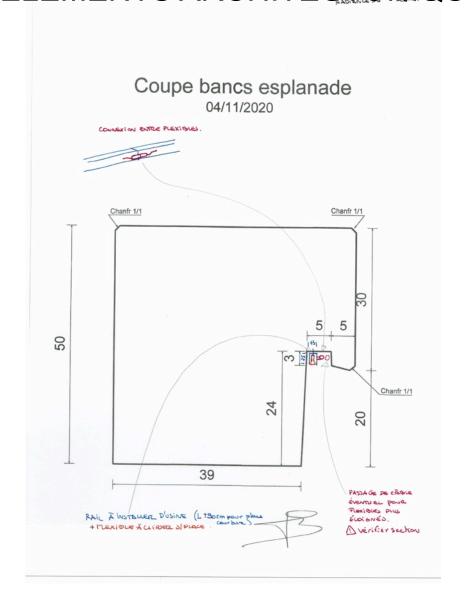








ELEMENTS ARCHITECTONIQUE

















ELEMENTS ARCHITECTONIQUES







































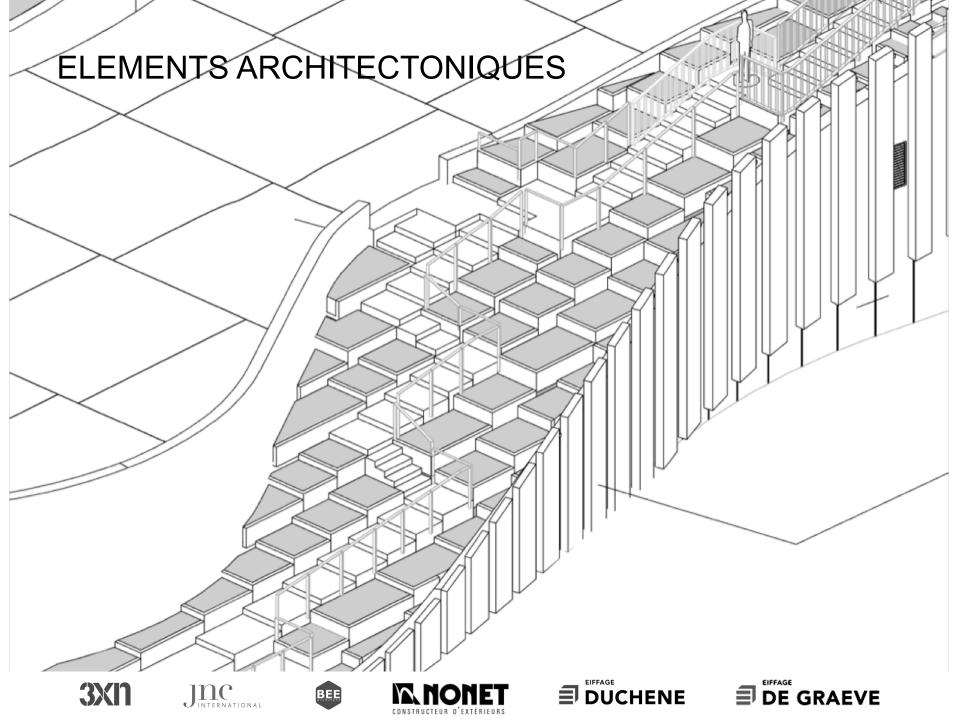


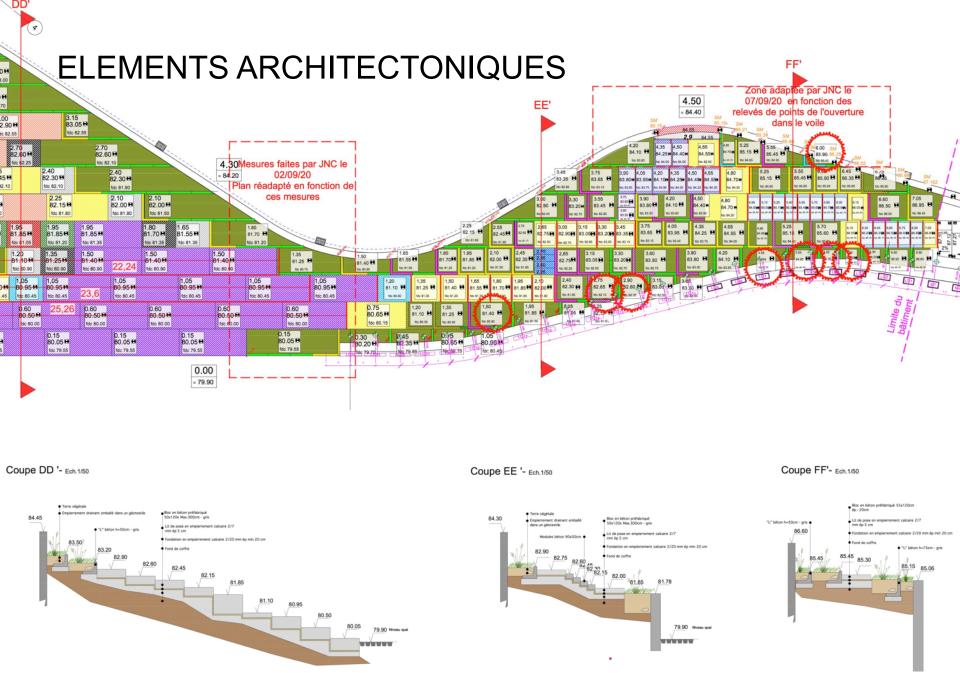






































































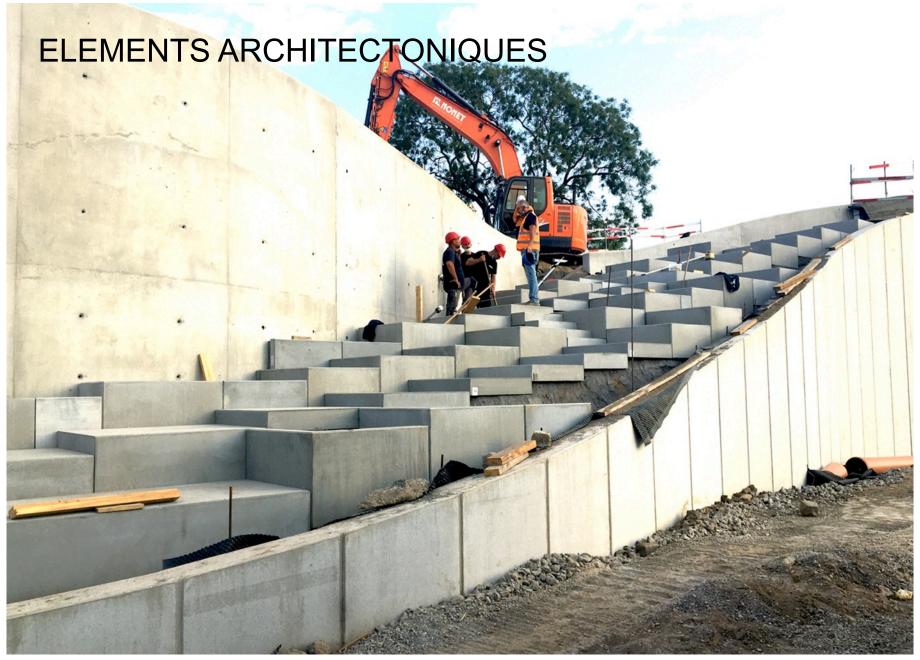




















































ELEMENTS ARCHITECTONIQUES



























ELEMENTS ARCHITECTONIQUES

