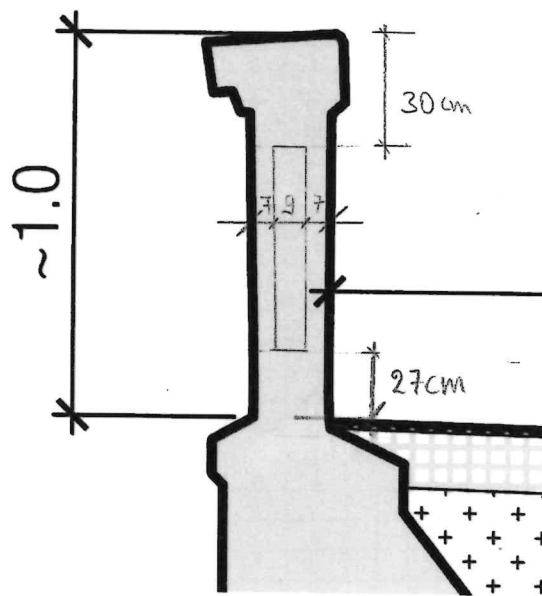


10443 - Port de Zaehringen - Le 09.04.24

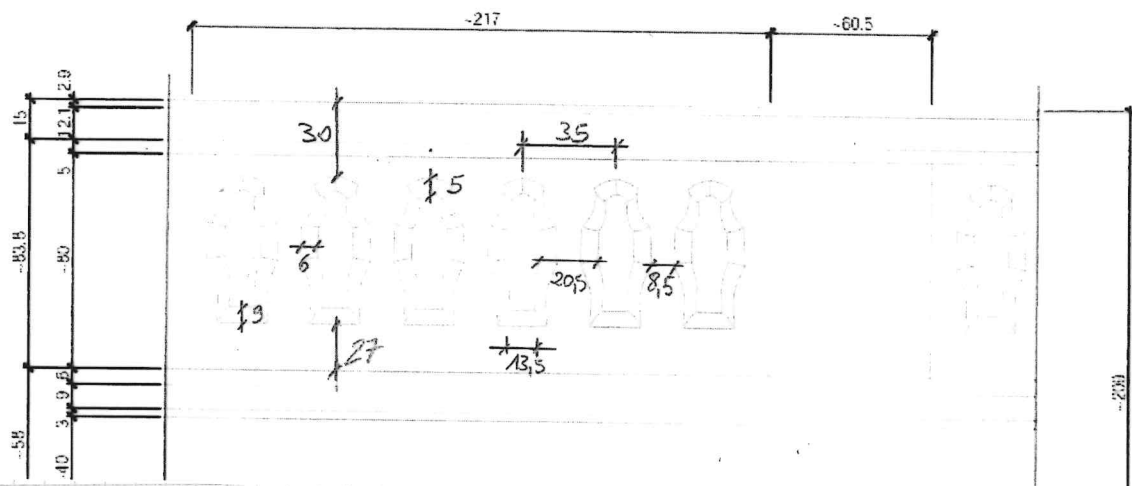
Dimensionnement du parapet renforcé vis à vis du risque de choc

①

Dimensions du parapet existant



DETAIL D1 ECH. 1:20
cotation en cm



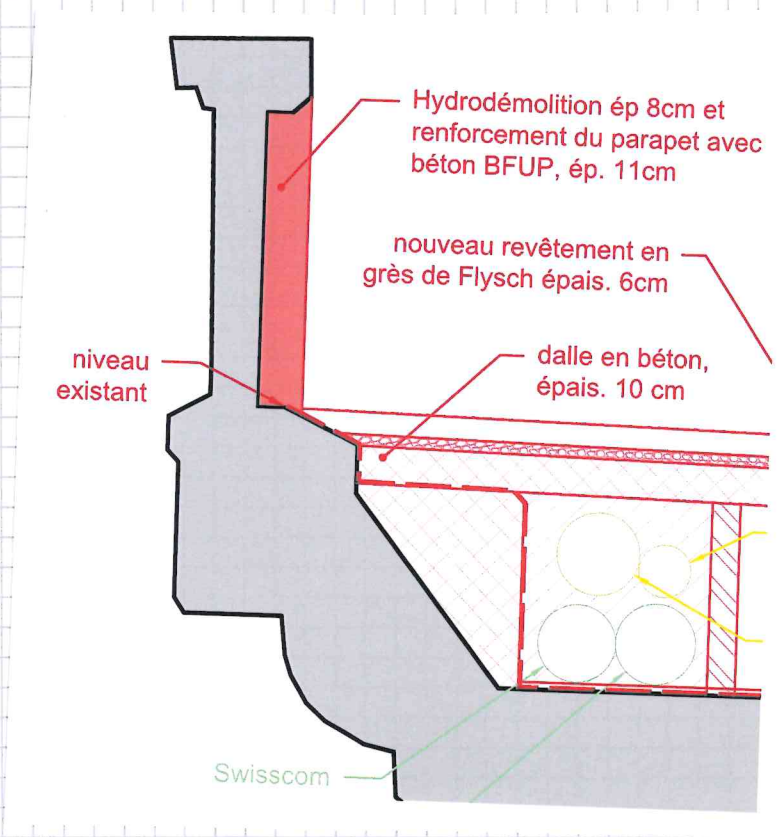
Matériaux

Béton existant admis: C30/37

Nouveau béton: CFUP

Armature: B500B

Coupe type du parapet renforcé



Valeurs de calcul des matériaux

$$f_{cd} = \frac{30 \times 1.2 \times 1}{1.5} = 24 \text{ N/mm}^2 \text{ avec } \eta_t = 1.2 \text{ par choc}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{0.3 \times 1.2 \times \sqrt{30}}{1.5} = 1.31 \text{ N/mm}^2 \text{ avec } \eta_t = 1.2$$

$$f_{sd, \text{ choc}} = 435 \times 1.15 = 500 \text{ N/mm}^2$$

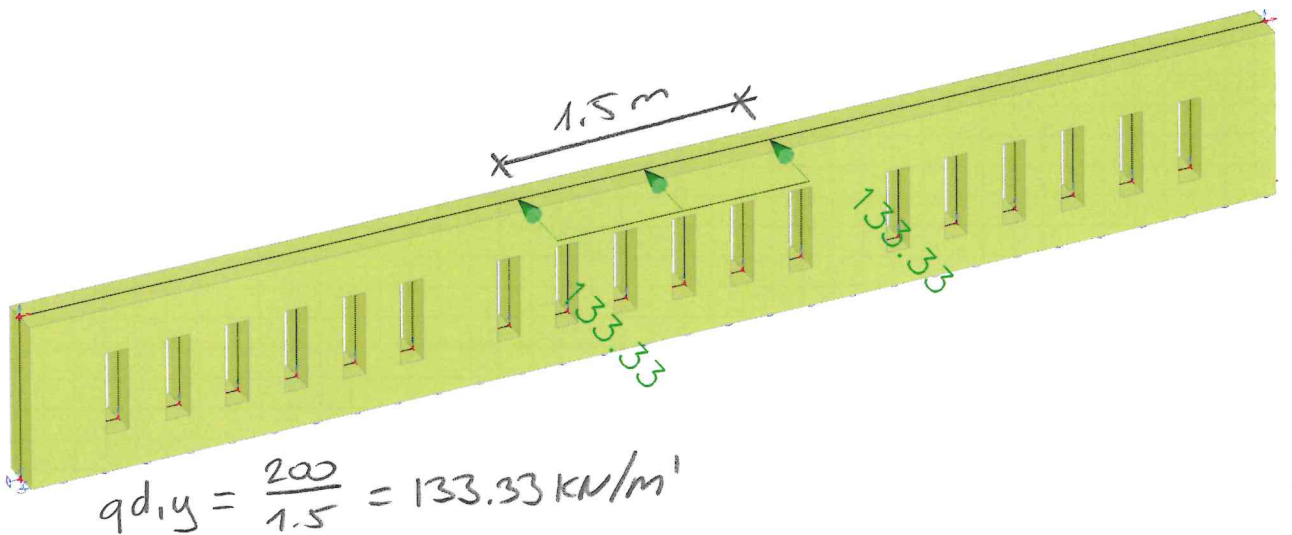
③

Chocs, actions

Selon Directive OFRAU

- Routes à l'intérieur des localités $< 50 \text{ km/h}$
 - ↳ Choc latéral contre paroi $Q_{d,y} = 200 \text{ kN}$
 - ↳ Largeur de choc : 1.5 m
 - ↳ Hauteur de choc : $h_a = 0.75 - 1.50 \text{ m}$

Extrait charge modèle statique

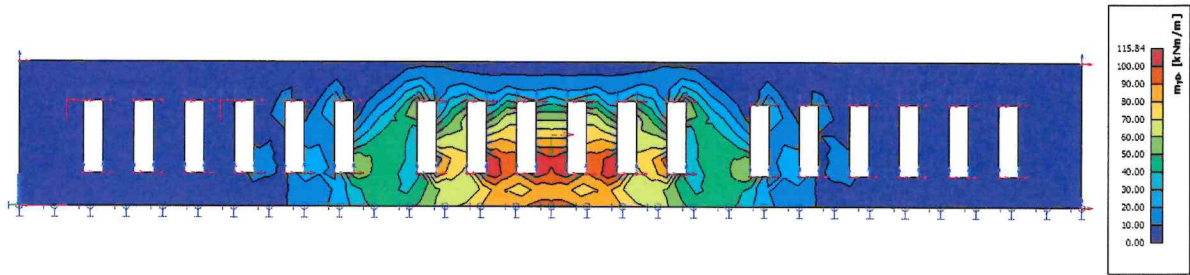


Remarques

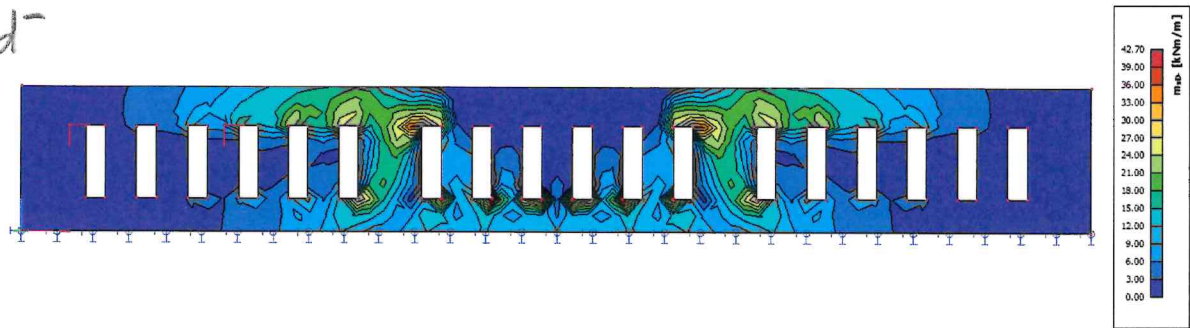
Le parapet sera renforcé avec 11 cm de CFUP sur la face intérieur dans la zone de risque de choc. Les autres zones du parapet seront aussi renforcé avec 6 cm de CFUP

Efforts dans le parapet

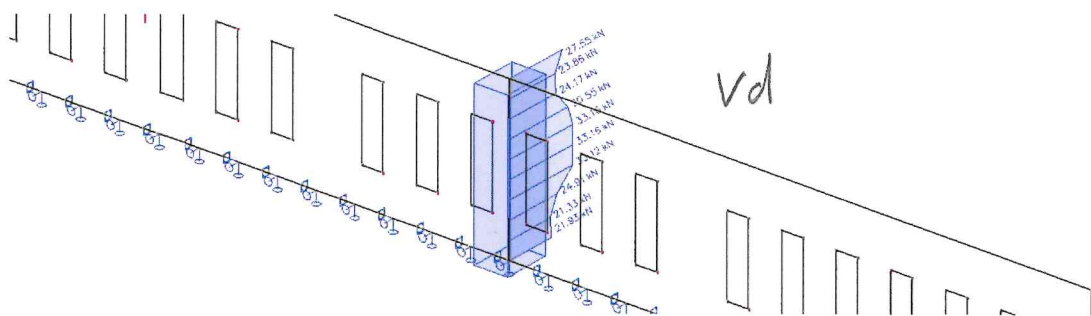
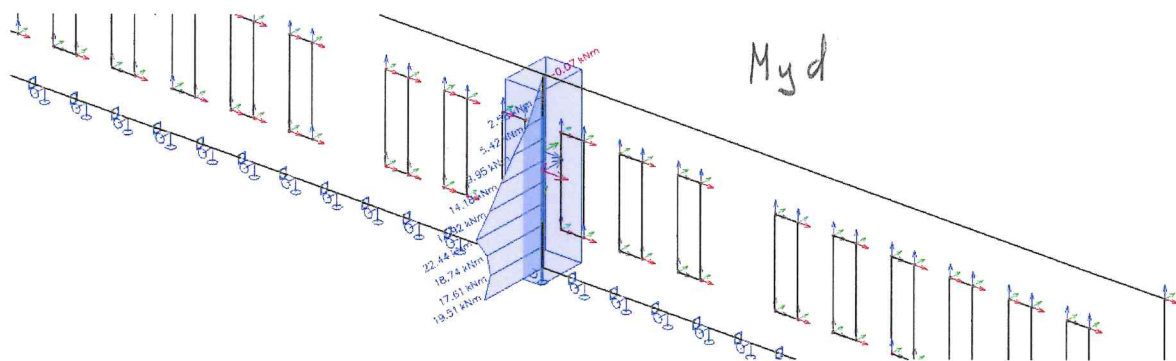
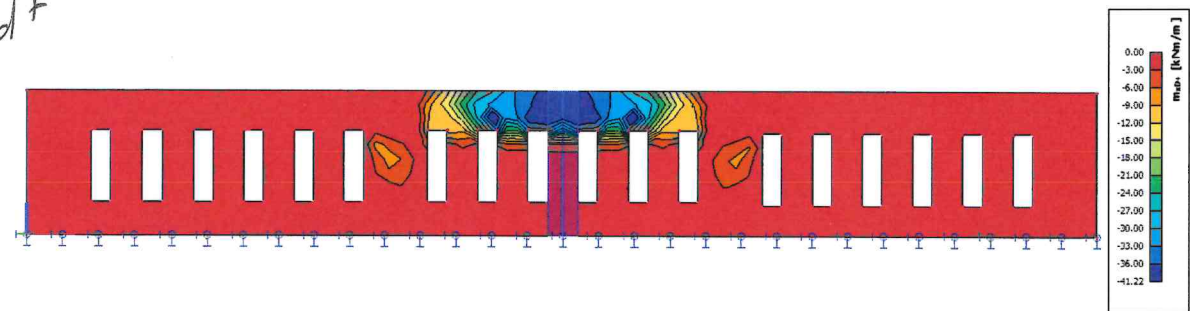
M_{yd}^-

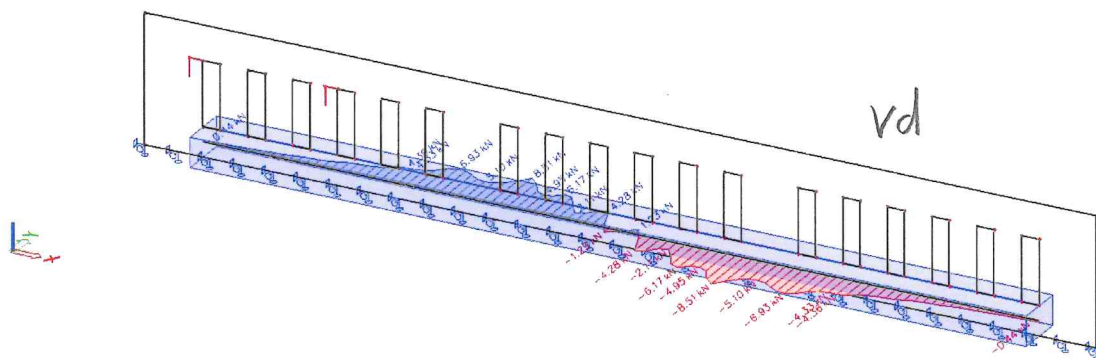
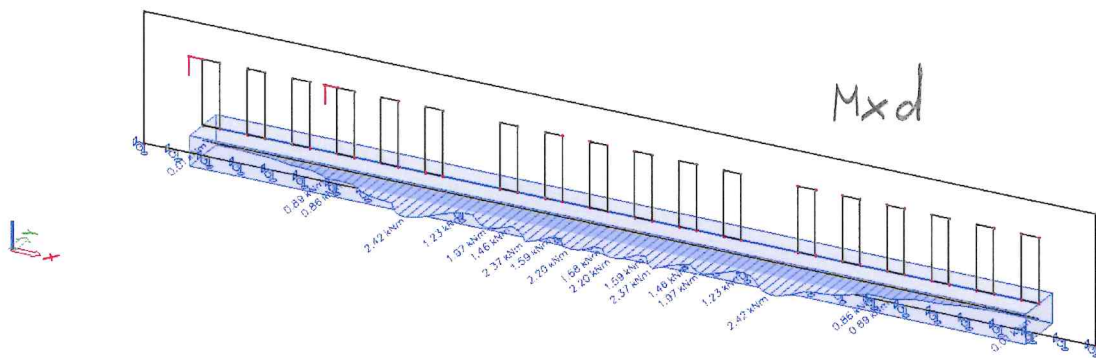
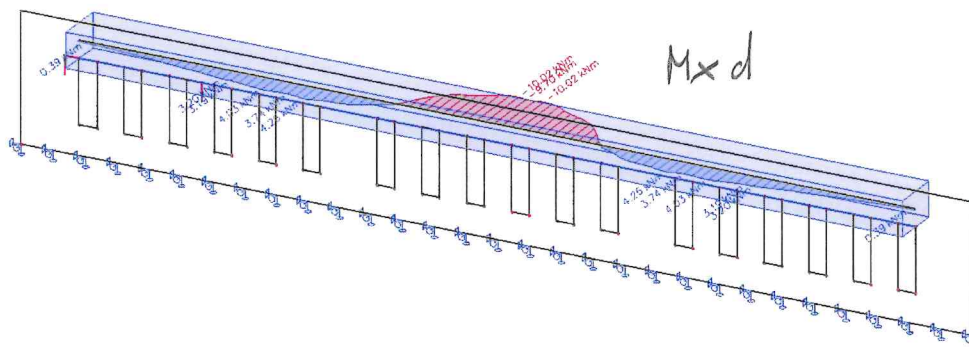
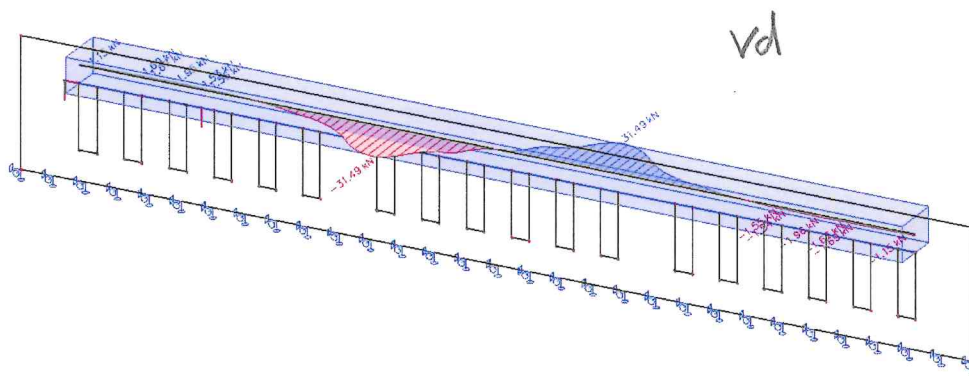


M_{xd}^-



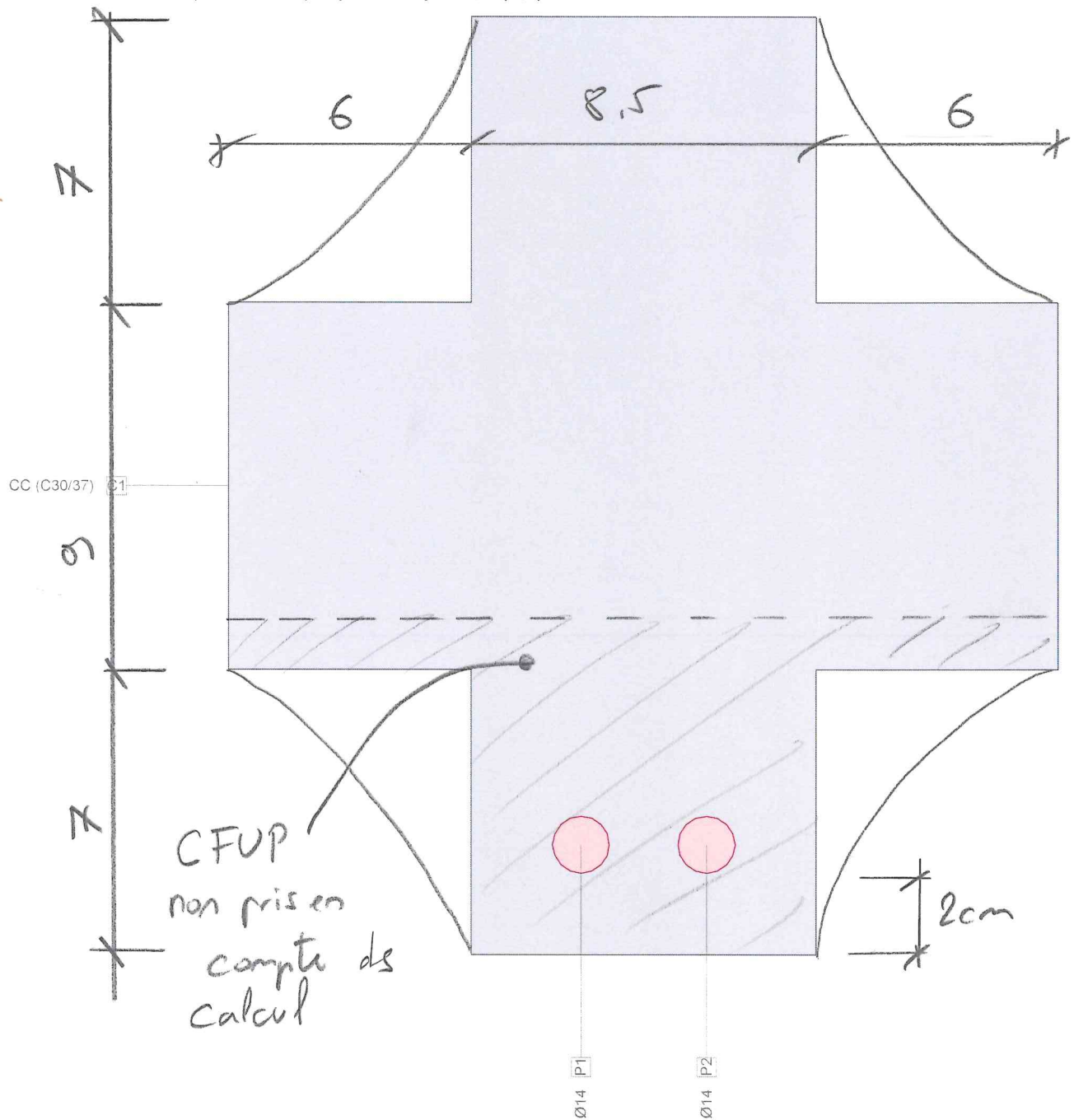
M_{xd}^+





Section transversale ST (C30/37;B500B): Exploitation $M_y=22.4$; $\text{eff}(M,N)=0.89$ admissible

Échelle 1 : 1.5

**Charge ultime Section (Poutre): ST****Sollicitations / Taux d'exploitation: $\text{eff}(M,N)=0.89$ admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal				Effort tranchant et torsion				Section complète eff(M,N,V,T) [-]
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	eff(M,N) [-]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	
1	!ELU		0	22.4	0	0.89					

Paramètres d'analyse IELU Norme: SIA

ID	σ-ε-Diagramme				Déf. limite			σ _s [N/mm ²]	Facteurs de résistance				Divers		
	c	s	p	M	ε _{c1d} [‰]	ε _{c2d} [‰]	ε _{ud} [‰]		γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	α [-]	φ [-]	
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.25	1.	1.15	1.05	45.	0.	

α : Inclinaison des bielles de compression du béton
φ : Coefficient de fluage

Contraintes et dilatations extrêmes

Nom	Classe	y _q [m]	z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C30/37	0.09	0.23	-3.	-24.	1.25
C1	C30/37	0.	0.	5.3	0.	1.25
P2	B500B	0.06	0.03	4.3	500.	1.00

État limite "!"ELU"

Efforts intérieurs			Élongation et courbures			Rigidités		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
0.	25.3	0.	1.1	36.0	-0.0	8.18	701.89	138.1

Charge ultime Section (Poutre): ST

Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.89 admissible

No	AP	P	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	eff(M,N) [-]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	22.4	0	0.89					

Paramètres d'analyse IELU Norme: SIA

ID	σ-ε-Diagramme				Déf. limite			σ _s [N/mm ²]	Facteurs de résistance				Divers		
	c	s	p	M	ε _{c1d} [‰]	ε _{c2d} [‰]	ε _{ud} [‰]		γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	α [-]	φ [-]	
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.25	1.	1.15	1.05	45.	0.	

α : Inclinaison des bielles de compression du béton
φ : Coefficient de fluage

Contraintes et dilatations extrêmes

Nom	Classe	y _q [m]	z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C30/37	0.09	0.23	-3.	-24.	1.25
C1	C30/37	0.	0.	5.3	0.	1.25
P2	B500B	0.06	0.03	4.3	500.	1.00

État limite "!"ELU"

Efforts intérieurs			Élongation et courbures			Rigidités		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
0.	25.3	0.	1.1	36.0	-0.0	8.18	701.89	138.1

Efforts internes comme un couple de forces :

Efforts intérieurs de traction et compression			Moments		Valeurs géométriques			
Sct princip. [kN]	Armature [kN]	Somme [kN]	M	Unité [kNm]	z	Unité [m]	x, d	Unité [m]
Compr. F _c = Tract. F _s =	-153.9 0.	0. 153.9	M _c = M _s =	-11.7 -13.5	z _c = z _s =	0.08 0.09	x _c = d=	0.08 0.2
N =		0.	M =	-25.3	z =	0.16	x/d =	0.41

Efforts V_d montant parapet

(4)

$$V_{rd} = k_d \cdot \tilde{\sigma}_{cd} \cdot d_v$$

$$\text{avec } \sigma_v = \frac{500}{205'000} \times \frac{22.5}{25.3} = 0.0022$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 0.0022 \times 203 \times 1} = 0.69$$

$$V_{rd} = 0.69 \times 1.31 \times 203 = 183.5 \text{ kN/m'}$$

$$\text{La Longueur élément : } L_{a, \text{ moy}} = \frac{70 \times 85 \times 2 + 90 \times 205}{230} = 132 \text{ mm}$$

$$V_{rd, \text{ parapet}} = 183.5 \times 0.132 = 24.2 \text{ kN} < 33.2 \text{ kN} \rightarrow \text{OK!}$$

↳ Prise en compte de la résistance au cisaillement du CFUP ép. 11cm

Hypothèse: Sorte de CFUP VA

$$\text{Résistance CFUP cisaillement : } V_{rd, u} = \frac{b_w \cdot z \cdot 0.5 (f_{tcd} + f_{ttd})}{\tan(\alpha)}$$

$$f_{tcd} = \frac{\eta_t \cdot \eta_{hv} \cdot \eta_k \cdot f_{tck}}{\gamma_v}$$

$$\text{avec } \eta_k = 0.75$$

$$\eta_{hv} = 0.80$$

$$\eta_t = 1.2$$

$$\gamma_v = 1.5$$

$$f_{tck} = 7.0 \text{ MPA}$$

$$f_{tcd} = 1.1 \times 7 = 7.7 \text{ MPA}$$

$$f_{tcd} = 3.36 \text{ MPA}$$

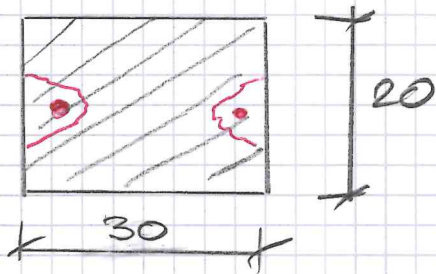
$$f_{ttd} = 3.7 \text{ MPA}$$

$$V_{rd, u} = \frac{85 \times \overbrace{110}^z \cdot 0.8 \cdot 0.5 (3.36 + 3.7)}{\tan(30)} = 45.7 \text{ kN} > 33.2 \text{ kN}$$

OK

Dimensionnement de la main-courante

Géométrie simplifiée



*réalisation d'une saignée dans la main-courante et mise en place d'une armature $\phi 14$

$$d = 300 - 40 - 7 = 253 \text{ mm}$$

résistance flexion: $M_{rd} = 154 \times 500 \times 0.9 \times 253 = 17.5 \text{ kNm}$

résistance cisaillement: $V_{rd} = 0.62 \times 1.31 \times 253 \times 0.2 = 41 \text{ kN}$

$$\text{avec } E_v = \frac{500}{205000} = 0.0024$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 0.0024 \times 253 \times 1} = 0.62$$

$$M_{rd} > M_{ed} = 10 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

$$V_{rd} > V_{ed} = 32 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

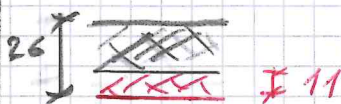
- Une saignée sera réalisée des 2 cotés de la main-courante par la pose d'une armature $\phi 14$.
- La main courante, actuellement goujonnée au parapet, sera scellée avec des fers d'armatures au parapet dans la couche du CFUP.

Effort à la base du parapet

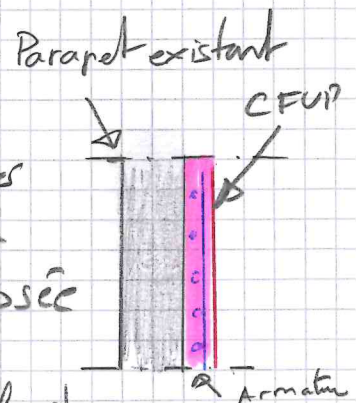
$$M_{xd} = 2.5 \text{ kNm}$$

$$V_d = 8.5 \text{ kN}$$

Section :



Les efforts sont relativement faibles mais une armature horizontale $\phi 12/150$ sera disposée dans la couche CFUP pour améliorer le comportement de la str.



PONT DE ZÄHRINGEN

REMISE EN ETAT ET SECURISATION CONTRE
LES SUICIDES

Méthodes des bielles-et-tirants

Echelle 1:10

Mandat : 10'443

le 15.04.2024 / NS

