



AFFAIRE : AVP – Jardin de l’Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 2 / 11

Grille de suivi

Indices	O	A	B	C	D
Pages					
1	X				
2	X				
3	X				
4	X	X			
5	X				
6	X	X			
7	X				
8	X				
9	X				
10	X	X			
11	X	X			
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					

Indices	O	A	B	C	D
Pages					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					

Indices	O	A	B	C	D
Pages					
Annexes					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					



AFFAIRE : AVP – Jardin de l’Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 3 / 11

Sommaire

I.	Objet	4
II.	Hypothèses	4
1.	Documents de référence.	4
2.	Documents spécifiques à l’opération.	5
3.	Matériaux	5
a.	Béton	5
b.	Acier	5
c.	Enrobage	6
d.	Maîtrise de la fissuration	6
e.	Limitation des contraintes dans le béton	8
f.	Ancrages des barres	9
g.	Longueurs de recouvrements	9
4.	Géotechnique	9
5.	CHARGES APPLIQUEES	9
a.	Charges permanentes	9
b.	Charges d’exploitation	9
III.	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	10
1.	Données géométriques	10
2.	DESCRIPTION DE L’OUVRAGE TERMINE	11
IV.	Conclusion	11



AFFAIRE : AVP – Jardin de l’Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 4 / 11

I. OBJET

A

La présente note a pour objet un avant-projet dans le cadre du projet Jardin de l’ARS- à Bordeaux (33)
Cette étude est réalisée pour le compte de l’entreprise MOTER basée à Mérignac (33).

II. HYPOTHESES

1. DOCUMENTS DE REFERENCE.

➤ Bases de calcul des structures : Eurocode 0

- NF EN 1990 (mars 2003) Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures
- NF EN 1990/A1 (juillet 2006) Eurocode – Bases de calcul des structures
- NF EN 1990/A1/NA (décembre 2007) Eurocode – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990/A1 :2006
- NF P06-100-2 (juin 2004) Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures – Partie 2 : annexe nationale à l'EN 1990:2002

➤ Actions sur les structures : Eurocode 1

- NF EN 1991-1-1 (mars 2003) Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments
- Annexe nationale à la NF EN 1991-1-1 (mars 2009) Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments
- NF EN 1991-1-4 (novembre 2005) Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : actions générales – Actions du vent
- Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4 (mars 2008) Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : actions générales – Actions du vent
- NF EN 1991-1-5 (mai 2004) Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-5 : actions générales – Actions thermiques
- Annexe nationale à la NF EN 1991-1-5 (février 2008) Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-5 : actions générales – Actions thermiques
- NF P06-111-2 (juin 2004) Eurocodes – Bases de calcul des structures – Partie 2 : annexe nationale à l'EN 1991-1-1:2002

➤ Calcul des structures en béton : Eurocode 2

- NF EN 1992-1-1 (octobre 2005) Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1992-1-1/NA (mars 2007) Eurocode 2 : calcul des structures en béton – Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments – Annexe Nationale à la NF EN 1992-1-1:2005 – Règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1992-2 (mai 2006) Eurocode 2 : Calcul des structures en béton – Partie 2 : ponts en béton – Calcul et dispositions constructives
- NF EN 1992-2/NA (avril 2007) Eurocode 2 – calcul des structures en béton – Partie 2 : ponts en béton – Calcul et dispositions constructives – Annexe nationale à la NF EN 1992-2/2006 – ponts en béton – Calcul et dispositions constructives



AFFAIRE : AVP – Jardin de l'Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 5 / 11

➤ Calcul géotechnique : Eurocode 7

- *NF EN 1997-1 (juin 2005) Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 1 : règles générales*
- *Annexe nationale à la NF EN 1997-1 (septembre 2006) Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 1 : règles générales*
- *NF EN 1997-2 (septembre 2007) Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais*
- *NF P94-261 (juin 2013) : Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles.*

2. DOCUMENTS SPECIFIQUES A L'OPERATION.

Courriel du 05 juin 2024

Capture d'écran

200912-ARS-Assainissement

2009-15-ARS-Revetement de surface structures_1-303-H

Dalot

Capture d'écran zoom

Capture d'écran zoom assainissement

3. MATERIAUX

a. Béton

Classe de résistance :	C30/37
Classe d'environnement :	XF3, XC4
Résistance caractéristique en compression à 28 jours :	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Résistance moyenne en traction :	$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$
Module de déformation instantanée :	$E_{cm} = 33\,000 \text{ MPa}$

b. Acier

Nuance :	B500
Classe de ductilité :	B
Résistance caractéristique :	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$



AFFAIRE : AVP – Jardin de l'Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 6 / 11

c. Enrobage

A

Détermination de la classe d'exposition de référence

D'après la norme FD P 18-236, la zone de Mérignac (33) se trouve dans une zone de gel normal, soit un béton de classe d'exposition XF1, sans agent de déverglaçage, du fait de l'accessibilité du site.

Nous nous référons à la NOTE 6 de la Clause 4.2 (2) de la NF EN 1992-1-1/NA :

Les classes de référence à retenir pour l'enrobage uniquement sont les suivantes :

		Classe d'exposition			
		XF1	XF2	XF3	XF4
Type de salage (cf. Recommandations GEL 2003)	Peu fréquent	XC4	Sans objet	XC4 si le béton est formulé sans entraîneur d'air XD1 si le béton est formulé avec entraîneur d'air	Sans objet
	Fréquent	Sans objet	XD1, XD3 pour éléments très exposés (*)	Sans objet	XD2, XD3 pour éléments très exposés (*)
	Très fréquent	Sans objet	Sans objet	Sans objet	XD3

(*) Pour les ponts : corniches, longrines d'ancrage des dispositifs de retenue, solins des joints de dilatation.

Nous retiendrons comme classe d'exposition de référence : **XC4**

Détermination de $C_{min,b}$

$C_{min,b}$ correspond l'enrobage minimal vis-à-vis des exigences d'adhérence.

- pour des barres isolées de diamètre \varnothing (\leq à 32 mm) : $C_{min,b} = \varnothing$
- pour des paquets de n barres de diamètre \varnothing (\leq à 32 mm) : $C_{min,b} = \varnothing$ équivalent ($\varnothing n^{0.5}$)

Détermination de la classe structurale

La classe structurale de référence est la **classe S4**. Ensuite la classe structurale recommandée peut être minorée ou majorée en fonction des paramètres suivants :

- la durée d'utilisation ;
- la classe de résistance ;
- la nature du liant ;
- la maîtrise de la qualité de production du béton.

La classe structurale recommandée est donnée par le tableau 4.3NF de l'EN 1992-1-1/AN ci-après :

d. Maîtrise de la fissuration

Béton de classe XC4 : **$w_{max} = 0.30$ mm**

Afin de faciliter les justifications, aucun calcul direct d'ouverture de fissures ne sera réalisé. Il sera appliqué la méthode simplifiée de la clause 7.3.3 de l'EN 1992-2/NA visant à la maîtrise de la fissuration sans calcul direct et qui se résume à :

- Vérifier que l'espacement des armatures est inférieur à $5(c + \varnothing/2)$.
 - c : min [enrobage ; demi-espacement entre nus intérieurs des aciers]
 - \varnothing : diamètre de la barre mise en œuvre.
- Limiter la contrainte de calcul de l'acier à 1000 w_{max} pour les pièces partiellement tendues et à 600 w_{max} pour les pièces totalement tendues sous combinaisons ELS fréquentes.

En résumé nous retiendrons :

$\sigma_s < 300$ MPa sous combinaisons ELS caractéristiques



AFFAIRE : AVP – Jardin de l'Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 7 / 11

Critère	Classe d'exposition selon Tableau 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1/ XA1 ³⁾	XD2/XS2/ XA2 ³⁾	XD3/XS3/ XA3 ³⁾
Durée d'utilisation de projet	100 ans : majoration de 2	100 ans : majoration de 2	100 ans : majoration de 2	100 ans : majoration de 2	100 ans : majoration de 2	100 ans : majoration de 2	100 ans : majoration de 2
	25 ans et moins : minoration de 1	25 ans et moins : minoration de 1	25 ans et moins : minoration de 1	25 ans et moins : minoration de 1	25 ans et moins : minoration de 1	25 ans et moins : minoration de 1	25 ans et moins : minoration de 1
Classe de résistance ¹⁾	≥ C30/37 et < C50/60 : minoration de 1	≥ C30/37 et < C50/60 : minoration de 1	≥ C30/37 et < C55/67 : minoration de 1	≥ C35/45 et < C60/75 : minoration de 1	≥ C40/50 et < C60/75 : minoration de 1	≥ C40/50 et < C60/75 : minoration de 1	≥ C45/55 et < C70/85 : minoration de 1
	≥ C50/60 : minoration de 2	≥ C50/60 : minoration de 2	≥ C55/67 : minoration de 2	≥ C60/75 : minoration de 2	≥ C60/75 : minoration de 2	≥ C60/75 : minoration de 2	≥ C70/85 : minoration de 2
Nature du liant		Béton de classe C35/45 à base de CEM I sans cendres volantes : minoration de 1	Béton de classe C35/45 à base de CEM I sans cendres volantes : minoration de 1	Béton de classe C40/50 à base de CEM I sans cendres volantes : minoration de 1			
Enrobage compact ²⁾	minoration de 1	minoration de 1	minoration de 1	minoration de 1	minoration de 1	minoration de 1	minoration de 1

1) Par souci de simplicité, la classe de résistance joue ici le rôle d'un indicateur de durabilité. Il peut être judicieux d'adopter, sur la base d'indicateurs de durabilité plus fondamentaux et des valeurs de seuil associées, une justification spécifique de la classe structurale adoptée, en se référant utilement au guide AFGC «Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages», ou à des documents normatifs reposant sur les mêmes principes.

2) Ce critère ne s'applique que dans le cas des éléments pour lesquels une bonne compacité des enrobages peut être garantie, à savoir :

- face coffrée des éléments plans (assimilables à des dalles, éventuellement nervurées), coulés horizontalement sur coffrages industriels ;
- éléments préfabriqués industriellement : éléments extrudés ou filés, ou faces coffrées des éléments coulés dans des coffrages métalliques ;
- sous face des dalles de pont, éventuellement nervurées, sous réserve de l'accessibilité du fond de coffrage aux dispositifs de vibration.

3) Pour les classes d'exposition XAi, cette correspondance est indicative sous réserve d'une justification de la nature de l'agent agressif.

Tableau 4.3NF Modulations de la classe structurale recommandée, en vue de la détermination des enrobages minimaux $c_{min,dur}$ dans les Tableaux 4.4NF et 4.5NF

Durée d'utilisation : 100 ans → 1

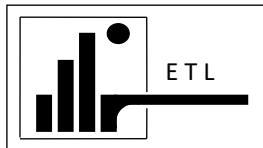
Classe de résistance : C30/37 → 0

Enrobage compact : Non → 0

Classe structurale recommandée : **S6**

Détermination de $c_{min,dur}$

$c_{min,dur}$ correspond l'enrobage minimal vis-à-vis des conditions d'environnement.



AFFAIRE : AVP – Jardin de l'Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 8 / 11

La valeur de $c_{min,dur}$ est donnée dans le tableau 4.4N de l'EN 1992-1-1 ci-après :

Exigence environnementale pour $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe Structurale	Classe d'exposition selon Tableau 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Tableau 4.4N Valeurs de l'enrobage minimal $c_{min,dur}$ requis vis-à-vis de la durabilité dans le cas des armatures de béton armé conformes à l'EN 10080

Détermination de c_{min}

c_{min} correspond à l'enrobage minimal.

$$c_{min} = \max [c_{min,b} ; c_{min,dur} ; 10 \text{ mm}] = 40 \text{ mm}.$$

Détermination de Δc_{dev}

Δc_{dev} correspond à une marge de calcul pour tolérances d'exécution.

Pour l'ensemble de l'ouvrage nous retiendrons $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$.

Détermination de c_{nom}

c_{nom} est l'enrobage nominal à retenir.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}.$$

Nous retiendrons un enrobage de 50 mm en face supérieure.

e. Limitation des contraintes dans le béton

Contraintes de compression

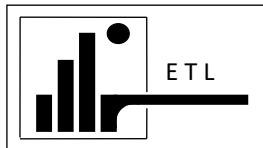
Contrainte de compression maximale à l'ELS caractéristique et fréquent : $\sigma_{bc} = 0.60 f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$

Contrainte de compression maximale à l'ELS quasi-permanent : $\sigma_{bc} = 0.45 f_{ck} = 13.5 \text{ MPa}$

Contraintes tangentes

Pour les éléments de type « dalle » comprenant aussi les voiles, les radiers bénéficiant d'un effet de redistribution transversale et sous combinaisons ELU STR, la contrainte sera limitée à :

$$v_{min} = 0.34 / 1.5 \times 30^{0.5} = 1.24 \text{ MPa}$$



AFFAIRE : AVP – Jardin de l'Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 9 / 11

f. Ancrages des barres

- Nous considérons que les conditions d'adhérence sont bonnes : $\eta_1 = 1$
- Le diamètre des barres sera inférieur à $\Phi 32\text{mm}$: $\eta_2 = 1$

Longueur d'ancrage									
Classe de résistance du béton	η_1	η_2	α_{ct}	$\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5$	$f_{ck,0,05}$ (MPa)	f_{ctd} (MPa)	f_{bd} (MPa)	$l_{b,rqd}$	l_{bd}
C30/37	1	1	1	1	2.00	1.33	3.00	$36 \cdot \emptyset$	$36 \cdot \emptyset$

g. Longueurs de recouvrements

Afin de ne pas gérer de recouvrements alternés sur le site, nous retiendrons le cas le plus préjudiciable tel que :
 $\rho_1 = 100\% \rightarrow \alpha_6 = 1.5$

$$l_0 = \alpha_6 l_{bd} = 1.5 \times 36 \emptyset = 54 \emptyset$$

4. GEOTECHNIQUE

En l'absence de données géotechniques, nous retenons :

Aucun rapport géotechnique n'a été transmis pour réaliser l'étude de ces fondations, les hypothèses retenues ci-dessous sont à valider par une mission géotechnique type G2 ou G3.

- Capacité portante du sol :
 - Contrainte de rupture : $q_{net} = 0.28 \text{ MPa}$ ($i_\delta = 1$)
 - Contrainte admissible ELU : $q'_{ELU} = q_{net} / (\gamma_{R,v} \times \gamma_{R;d,v}) = 0.28 / (1.4 \times 1.2) = 0.17 \text{ MPa}$
 - Contrainte admissible ELS : $q'_{ELS} = q_{net} / (\gamma_{R,v} \times \gamma_{R;d,v}) = 0.28 / (2.3 \times 1.2) = 0.10 \text{ MPa}$
- Caractéristiques mécaniques du sol de fondation :
 - Angle de frottement : $\phi' = 25^\circ$
 - Cohésion : $c = 0 \text{ kPa}$

5. CHARGES APPLIQUEES

a. Charges permanentes

Masse volumique du béton armé : $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$

Masse volumique des terres : $\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$

b. Charges d'exploitation

Charge de circulation : $p = 10 \text{ kN/m}^2$

Charge sur garde de corps : $p = 1 \text{ kN/ml}$



AFFAIRE : AVP – Jardin de l'Ars – Ouvrage sur Noue

OBJET : Note de calculs

REDACTEUR : Antoine STRICKER

DATE : Mai 2024

NOTE : 5229 - NDC 01 - ind A

PAGE : 11 / 11

2. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE TERMINE

- Radier :

L'ouvrage est fondé sur un radier, dont les dimensions sont les suivantes :

- Longueur : 2.00 m
- Largeur : 1.60 m
- Epaisseur : 0,20 m

- Piedroits :

Les piedroits sont ancrés en pied dans le radier et dans la traverse.

Les encastresments sont « renforcés » par des goussets de dimensions 0,30 x 0,30 m².

L'épaisseur des piedroits est de 20 cm.

- Tablier :

Le tablier est composé d'une dalle dont les dimensions sont les suivantes :

- Largeur : 1.60 m
- Longueur : 2.00 m
- Epaisseur : 0,21 m à l'axe de la chaussée

A

- Equipements de l'ouvrage :

- Garde-corps rambardes en bois fixées sur le caillebotis
- Absence de réseau sur le tablier

Il n'est pas prévu d'étanchéité sur le tablier.

IV. CONCLUSION

La validation des éléments hypothèses permet l'établissement du plan de coffrage.