

ETUDE DE LA SEMELLE S1

DESCENTE DE CHARGES

	G (N)	Q(N)
POTEAU	388 000,00	75 000,00
	388 000,0	75 000,00

Les dimensions de la semelle	2,2	x	2,2
------------------------------	-----	---	-----

Nombre de fûts	1
----------------	---

Dimensions des fûts	0,35	x	0,35
---------------------	------	---	------

La surface totale de la semelle est de : 4,84 m²

Evaluation des pressions exercées par les charges sous la semelle

Epaisseur de la semelle est: 0,5 m

Béton de propreté: 0,05 m

Profondeur de de la fouille: 2,5 m

	Type de charges	valeur	Surface de la semelle	Pressison (MPa)	ELS
Charges permanentes	Carges venant des fûts	388 000,00	4,84	0,08	0,0802
Charges d'exploitation	Charges d'exploitation venant des fûts	75 000,00	4,84	0,02	0,0155
					0,1000000

Les pressions qu'exerce le sol sur la base du radier sont:

qser= 0,1000000 OK

qu= 0,13 OK

Avec La contrainte admissible du sol à ELS qui est de: 0,11 MPa

RECAPITULATIF DES CARACTERISTITIQUES

Charge permanente exercée sous la semelle= 80 165,29 N/m²

Charge d'exploitation exercée sous la semelle= 15 495,87 N/m²

Masse volumique du béton = 25 000,00 N/m³

Cette semelle est assimilée à une plaque sollicitée par une charge concentrée à son milieu

Pour le calcul des armatures, nous retenons une épaisseur de : 50,00 cm

Vérirification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 636 300,00 N

fc28= 25,00 Mpa

U= 0,85 m
V= 0,85 m
Uc= 3,40 m
Epaisseur >= 0,30 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

Inventaire des charges

Charge permanente sur semelle 80 165,29 N/m²
Poids propre de la semelle 12 500,00 N/m²
G= 92 665,29 N/m²
Charge d'exploitation sur dalle
Q= 15 495,87 N/m²

Combinaison des charges

qu = 1,35G+1,5Q = 148 341,94 N/m²
qser = G+Q= 108 161,16 N/m²

Calcul des moments et des sections d'armature

Porté de la console = 0,93 m

Mser = 46 272,69
Mu = 63 462,54

Les sollicitations de calcul son donc:

	ELU	ELS
Nappe inférieure	63 462,54	46 272,7

La fissuration étant préjudiciadble, la justification se fera à l'ELU et ELS

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	46 272,69
h(m)	0,50	As(m ²)	0,000600
d(m)	0,44	A's (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	63 462,54	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax ² +Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,009000
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)-	0,003960
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,008001
γs =	1,15		

$f_{bc}(MPa)$	14,167
$\alpha_R =$	0,668
$\mu_R =$	0,392
$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc}) =$	0,023
pas acier comprimé	
$M_R(Nm) =$	1 020 272,00
$\alpha =$	0,03
$Z =$	0,43
$\epsilon_s =$	0,01
$\sigma_s (MPa) =$	347,83
$A_s =$	4,20

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
$\sigma_s (MPa) = f_{e}/\gamma_s =$	347,83
$A_s(cm^2)$	4,20
$1000\epsilon's =$	2,79
$\sigma's (MPa) =$	347,83
$Z_R =$	0,32
$M_R(Nm) =$	1 073 988,70
$A_s' =$	- 76,45
$A_s =$	14,52

$x =$	0,080448
$l =$	0,001337
$\sigma_{bc} (MPa)$	2,784162
$\sigma_{st} (Mpa)$	186,65
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage $\gamma_s(cm^2)$	5,96

$A_s (cm^2) =$	6,00
$A's (cm^2) =$	-

HA	Nombre	st
10,00	7,64	13,08

CONCLUSION

Ferrailage en une seule nappe

NAPPE INFÉRIEURE:

HA10 espacés de 10 cm dans les deux sens

ETUDE DE LA SEMELLE S2

DESCENTE DE CHARGES

	G (N)	Q(N)
POTEAU	549 000,00	91 000,00
	549 000,0	91 000,00

Les dimensions de la semelle	2,6	x	2,6
------------------------------	-----	---	-----

Nombre de fûts	1
----------------	---

Dimensions des fûts	0,35	x	0,35
---------------------	------	---	------

La surface totale de la semelle est de : 6,76 m²

Evaluation des pressions exercées par les charges sous la semelle

Epaisseur de la semelle est: 0,6 m

Béton de propreté: 0,05 m

Profondeur de de la fouille: 2,25 m

	Type de charges	valeur	Surface de la semelle	Pressison (MPa)	ELS
Charges permanentes	Carges venant des fûts	549 000,00	6,76	0,08	0,0812
Charges d'exploitation	Charges d'exploitation venant des fûts	91 000,00	6,76	0,01	0,0135
					0,1000

Les pressions qu'exerce le sol sur la base du radier sont:

qser= 0,1000000 OK

qu= 0,13 OK

Avec La contrainte admissible du sol à ELS qui est de: 0,11 MPa

RECAPITULATIF DES CARACTERISTITIQUES

Charge permanente exercée sous la semelle= 81 213,02 N/m²

Charge d'exploitation exercée sous la semelle= 13 461,54 N/m²

Masse volumique du béton = 25 000,00 N/m³

Cette semelle est assimilée à une plaque sollicitée par une charge concentrée à son milieu

Pour le calcul des armatures, nous retenons une épaisseur de : 60,00 cm

Véririfcation du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 877 650,00 N

fc28= 25,00 Mpa

U= 0,95 m
V= 0,95 m
Uc= 3,80 m
Epaisseur >= 0,37 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

Inventaire des charges

Charge permanente sur semelle 81 213,02 N/m²
Poids propre de la semelle 15 000,00 N/m²
G= 96 213,02 N/m²
Charge d'exploitation sur dalle
Q= 13 461,54 N/m²

Combinaison des charges

qu = 1,35G+1,5Q = 150 079,88 N/m²
qser = G+Q= 109 674,56 N/m²

Calcul des moments et des sections d'armature

Porté de la console = 1,13 m

Mser = 69 403,43
Mu = 94 972,43

Les sollicitations de calcul son donc:

	ELU	ELS
Nappe inférieure	94 972,43	69 403,4

La fissuration étant préjudiciadble, la justification se fera à l'ELU et ELS

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	69 403,43
h(m)	0,60	As(m ²)	0,000730
d(m)	0,54	A's (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	94 972,43	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax ² +Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,010950
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)-	0,005913
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,011946
γs =	1,15		

$f_{bc}(MPa)$	14,167
$\alpha_R =$	0,668
$\mu_R =$	0,392
$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc}) =$	0,02
pas acier comprimé	
$M_R(Nm) =$	1 536 732,00
$\alpha =$	0,03
$Z =$	0,53
$\epsilon_s =$	0,01
$\sigma_s (MPa) =$	347,83
$A_s =$	5,12

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
$\sigma_s (MPa) = f_{e}/\gamma_s =$	347,83
$A_s(cm^2)$	5,12
$1000\epsilon'_s =$	2,92
$\sigma'_s (MPa) =$	347,83
$Z_R =$	0,40
$M_R(Nm) =$	1 617 640,00
$A_s' =$	- 91,20
$A_s =$	20,44

$x =$	0,098347
$l =$	0,002453
$\sigma_{bc} (MPa)$	2,782622
$\sigma_{st} (Mpa)$	187,44
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage $= (cm^2)$	7,28

$A_s (cm^2) =$	7,30
$A'_s (cm^2) =$	-

HA	Nombre	st
12,00	6,46	15,48

CONCLUSION

Ferraillage en une seule nappe

NAPPE INFÉRIEURE:

HA12 espacés de 15 cm dans les deux sens

ETUDE DE LA SEMELLE S3

DESCENTE DE CHARGES

	G (N)	Q(N)
POTEAU P	734 000,00	104 000,00
	734 000,0	104 000,00

Les dimensions de la semelle	2,9	x	2,9
------------------------------	-----	---	-----

Nombre de fûts	1
----------------	---

Dimensions des fûts	0,35	x	0,35
---------------------	------	---	------

La surface totale de la semelle est de : 8,41 m²

Evaluation des pressions exercées par les charges sous la semelle

Epaisseur de la semelle est: 0,7 m

Béton de propreté: 0,05 m

Profondeur de de la fouille: 2,25 m

	Type de charges	valeur	Surface de la semelle	Pressison (MPa)	ELS
Charges permanentes	Carges venant des fûts	734 000,00	8,41	0,09	0,0873
Charges d'exploitation	Charges d'exploitation venant des fûts	104 000,00	8,41	0,01	0,0124
					0,100000

Les pressions qu'exerce le sol sur la base du radier sont:

qser= 0,1000000 OK

$q_u = 0,14$ OK

Avec La contrainte admissible du sol à ELS qui est de: 0,11 MPa

RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES

Charge permanente exercée sous la semelle= 87 277,05 N/m²

Charge d'exploitation exercée sous la semelle= 12 366,23 N/m²

Masse volumique du béton = 25 000,00 N/m3

Cette semelle est assimilée à une plaque sollicitée par une charge concentrée à son milieu

Pour le calcul des armatures, nous retenons une épaisseur de : 70,00

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 1 146 900,00 N

fc28= 25,00 Mpa

U=	1,05	m
V=	1,05	m
Uc=	4,20	m
Epaisseur >=	0,44	m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

Inventaire des charges

Charge permanente sur semelle	87 277,05	N/m ²
Poids propre de la semelle	17 500,00	N/m ²
G=	104 777,05	N/m ²
Charge d'exploitation sur dalle		
Q=	12 366,23	N/m ²

Combinaison des charges

qu =	1,35G+1,5Q =	159 998,37	N/m ²
qser =	G+Q=	117 143,28	N/m ²

Calcul des moments et des sections d'armature

Porté de la console = 1,28 m

Mser	=	95 215,52
Mu	=	130 048,67

Les sollicitations de calcul son donc:

	ELU	ELS
Nappe inférieure	130 048,67	95 215,5

La fissuration étant préjudiciadble, la justification se fera à l'ELU et ELS

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	95 215,52
h(m)	0,70	As(m ²)	0,000850
d(m)	0,64	A's (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	130 048,67	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax ² +Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,012750
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,008160
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,016483
γs =	1,15		

$f_{bc}(MPa)$	14,167
$\alpha_R =$	0,668
$\mu_R =$	0,392
$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc}) =$	0,02
pas acier comprimé	
$M_R(Nm) =$	2 158 592,00
$\alpha =$	0,03
$Z =$	0,63
$\epsilon_s =$	0,01
$\sigma_s (MPa) =$	347,83
$A_s =$	5,91

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
$\sigma_s (MPa) = f_e / \gamma_s =$	347,83
$A_s (cm^2)$	5,91
$1000 \epsilon'_s =$	3,01
$\sigma'_s (MPa) =$	347,83
$Z_R =$	0,47
$M_R(Nm) =$	2 272 240,55
$A_{s'} =$	- 106,19
$A_s =$	26,13

$x =$	0,115634
$l =$	0,004021
$\sigma_{bc} (MPa)$	2,738087
$\sigma_{st} (Mpa))$	186,25
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage $= (cm^2)$	8,43

$A_s (cm^2) =$	8,50
$A'_s (cm^2) =$	-

HA	Nombre
14,00	5,52

CONCLUSION

Ferrailage en une seule nappe

NAPPE INFERIEURE:

HA14 espacés de 15 cm dans les deux sens

400	734
334	
0	
104	104

1146,9

2813,44

0,35	2,9
0,35	2,9

2391,424

45

0,6375

0,6375

cm



8,50

-

st
18,10

ETUDE DE LA SEMELLE S4

DESCENTE DE CHARGES

	G (N)	Q(N)
POTEAU P	143 000,00	104 000,00
	143 000,0	104 000,00

Les dimensions de la semelle : 1,6 x 1,6

Nombre de fûts	1
----------------	---

Dimensions des fûts	0,3	x	0,3
---------------------	-----	---	-----

La surface totale de la semelle est de : $2,56 \text{ m}^2$

Evaluation des pressions exercées par les charges sous la semelle

Epaisseur de la semelle est: 0,3 m

Béton de propreté: 0,05 m

Profondeur de de la fouille: 2,25 m

	Type de charges	valeur	Surface de la semelle	Pressison (MPa)	ELS
Charges permanentes	Carges venant des fûts	143 000,00	2,56	0,06	0,0559
Charges d'exploitation	Charges d'exploitation venant des fûts	104 000,00	2,56	0,04	0,0406
					0,100000

Les pressions qu'exerce le sol sur la base du radier sont:

qser= 0,1000000 OK

qu= 0,14 OK

Avec La contrainte admissible du sol à ELS qui est de: 0,11 MPa

RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES

Charge permanente exercée sous la semelle= 55 859,38 N/m²

Charge d'exploitation exercée sous la semelle= 40 625,00 N/m²

Masse volumique du béton = 25 000,00 N/m³

Cette semelle est assimilée à une plaque sollicitée par une charge concentrée à son milieu.

Pour le calcul des armatures, nous retenons une épaisseur de : 40,00 cm

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 349 050,00 N

$f_{c28} = 25,00 \text{ Mpa}$

U= 0,70 m

$V = 0,70 \text{ m}$

Uc= 2,80 m
Epaisseur >= 0,20 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

Inventaire des charges

Charge permanente sur semelle 55 859,38 N/m²
Poids propre de la semelle 10 000,00 N/m²
G= 65 859,38 N/m²
Charge d'exploitation sur dalle
Q= 40 625,00 N/m²

Combinaison des charges

qu = 1,35G+1,5Q = 149 847,66 N/m²
qser = G+Q= 106 484,38 N/m²

Calcul des moments et des sections d'armature

Porté de la console = 0,65 m

Mser = 22 494,82
Mu = 31 655,32

Les sollicitations de calcul son donc:

	ELU	ELS
Nappe inférieure	31 655,32	22 494,8

La fissuration étant préjudiciadble, la justification se fera à l'ELU et ELS

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	22 494,82
h(m)	0,40	As(m ²)	0,000380
d(m)	0,34	A's (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	31 655,32	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax ² +Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,005700
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	0,001938
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,003908
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,056818
αR =	0,668	l=	0,000518
μR =	0,392	σbc (MPa)	2,466267
μ=Mu/(bd ² fbc)=	0,02	σ st (Mpa))	184,38

pas acier comprimé	
MR(Nm)=	609 212,00
α =	0,02
Z =	0,34
ϵ_s =	0,01
σ_s (MPa)=	347,83
As =	2,70

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_e/γ_s =	347,83
As(cm²)	2,70
1000 ϵ'_s =	2,58
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,25
MR(Nm)=	641 286,64
As' =	- 62,60
As=	7,70

Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage =(cm²)	3,75

As (cm²) =	3,80
A's (cm²) =	-

HA	Nombre	st
10,00	4,84	20,66

CONCLUSION

Ferrailage en une seule nappe
NAPPE INFÉRIEURE:

HA10 espacés de 15 cm dans les deux sens

ETUDE DE LA SEMELLE S5

DESCENTE DE CHARGES

	G (N)	Q(N)
POTEAU	2 124 000,00	300 000,00
	2 124 000,0	300 000,00

Les dimensions de la semelle	3,6	x	6,2
------------------------------	-----	---	-----

Nombre de fûts	1
----------------	---

Dimensions des fûts	0,35	x	0,6
---------------------	------	---	-----

La surface totale de la semelle est de : 22,21714286 m²

Evaluation des pressions exercées par les charges sous la semelle

Epaisseur de la semelle est: 1,5 m

Béton de propreté: 0,05 m

Profondeur de de la fouille: 2,25 m

	Type de charges	valeur	Surface de la semelle	Pressison (MPa)	ELS
Charges permanentes	Carges venant des fûts	2 124 000,00	22,21714286	0,10	0,0956
Charges d'exploitation	Charges d'exploitation venant des fûts	300 000,00	22,21714286	0,01	0,0135
					0,110000

Les pressions qu'exerce le sol sur la base du radier sont:

qser= 0,1100000 OK

qu= 0,15 OK

Avec La contrainte admissible du sol à ELS qui est de: 0,11 MPa

RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES

Charge permanente exercée sous la semelle= 95 601,85 N/m²

Charge d'exploitation exercée sous la semelle= 13 503,09 N/m²

Masse volumique du béton = 25 000,00 N/m3

Cette semelle est assimilée à une plaque sollicitée par une charge concentrée à son milieu

Pour le calcul des armatures, nous retenons une épaisseur de : 140,00 cm

Véririfcation du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 3 317 400,00 N

fc28= 25,00 Mpa

U= 1,75 m

$V = 2,00 \text{ m}$

Uc= 7,50 m
Epaisseur >= 0,71 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

Inventaire des charges

Charge permanente sur semelle	95 601,85	N/m ²
Poids propre de la semelle	35 000,00	N/m ²
G=	130 601,85	N/m ²
Charge d'exploitation sur dalle		
Q=	13 503,09	N/m ²

Combinaison des charges

qu =	1,35G+1,5Q =	196 567,13	N/m ²
qser =	G+Q=	144 104,94	N/m ²

Calcul des moments et des sections d'armature

Porté de la console = 2,79 m

Mser	=	559 141,87
Mu	=	762 700,52

Les sollicitations de calcul son donc:

	ELU	ELS
Nappe inférieure	762 700,52	559 141,9

La fissuration étant préjudiciadble, la justification se fera à l'ELU et ELS

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	559 141,87
h(m)	1,40	As(m ²)	0,002400
d(m)	1,34	A's (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	762 700,52	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax ² +Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,036000
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	0,048240
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,097776
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,276692
αR =	0,668	l=	0,047763
μR =	0,392	σbc (MPa)	3,239081

$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc}) =$	0,03
pas acier comprimé	
$M_R(Nm) =$	9 462 812,00
$\alpha =$	0,04
$z =$	1,32
$\epsilon_s =$	0,01
$\sigma_s (MPa) =$	347,83
$A_s =$	16,62

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
$\sigma_s (MPa) = f_{e/y_s} =$	347,83
$A_s (cm^2)$	16,62
$1000 \epsilon'_s =$	3,27
$\sigma'_s (MPa) =$	347,83
$z_R =$	0,98
$M_R(Nm) =$	9 961 023,25
$A_{s'} =$	- 206,60
$A_s =$	70,44

$\sigma_{st} (Mpa)$	186,71
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage $= (cm^2)$	23,65

$A_s (cm^2) =$	24,00
$A'_s (cm^2) =$	-

HA	Nombre	st
14,00	15,60	6,41

CONCLUSION

Ferrailage en une seule nappe

NAPPE INFERIEURE:

2HA14 tous les 10 cm dans les deux sens

ETUDE DE LA SEMELLE SF1

Nombre de poteaux = 2

1- Détermination de la position du centre de gravité des charges

	Pi	Xi	Pi Xi
P1	689	0	0
P2	655	2,23	1460,65
	1344	2,23	1460,65
X		1,086793155	

2- Dimensions supposées de la semelle

largeur= 2,4
longueur= 6,5
épaisseur= 0,6

Profondeur d'encrage 2,25 m
Poids de la semelle= 195 KN
Longueur du mur ce soubassement sur la semelle 4,46 m
Poids du mur de soubassement 4,906 KN
Contrainte admissible du sol= 0,11 Mpa
Surface nécessaire de la semelle 14,04 m²
Pour une largeur de la semelle de: l= 2,40 m
il faut une longueur de : L= 5,85 m

3- Dimensions réelles de la semelle

Pour les calculs, nous retenons:

Largeur= 2,40 m
Longueur= 6,00 m
épaisseur= 0,50 m

Section du libage= 2,4 x 0,6

La pression à la base de la semelle est donc égale à:

0,106875 Mpa ok

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 972 000,00 N
fc28= 25,00 Mpa
U= 0,90 m
V= 0,90 m
Uc= 3,60 m
Epaisseur >= 0,43 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

4- Calcul des armatures longitudinales dans la semelle

Le moment en travée

portée de la travée=	2,23	m
poids de la semelle=	36,00	KN/ml
poids du mur de soubassement=	0,84	KN/ml
charges des poteaux=	224,00	KN/ml

La pression que le sol exerce sur la semelle est donc égale à:

p_{ser} =	260,84	KN/ml
-------------	--------	-------

Le moment de calcul en travée est

M_t =	104,43	KNm
---------	--------	-----

Moment sur appui intermédiaire

M_{ap1} =	69,62	KNm
-------------	-------	-----

Moment d'encastrement de la console

M_{ap2} =	395,85	KNm
-------------	--------	-----

la portée de la console étant égale à:

1,88	m
------	---

Sollicitation de calcul

$M_{moment\ en\ travée}$ =	104,43	KNm
Moment sur appui=	395,85	KNm

Calcul des armatures

Armatures longitudinales supérieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	2,40	$M_{ser}(Nm)$	104 430,90
h(m)	0,60	$A_s(m^2)$	0,001096
d(m)	0,54	$A's (m^2)$	-
c =	0,06	$préj(1) trèp(2)=$	1,000000
c' =	0,06	$\sigma_{st} (Mpa)$	201,633331
$M_u(Nm)$	140 981,72	$\sigma_{bc} (Mpa)$	15,000000
$f_{c28}(Mpa)$	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
$f_{t28}(MPa)$	2,10	$A=b/2=$	1,200000
$F_eE (Mpa)$	400		
$\mu_l=$	0,372	$B=15*(A_s+A's)=$	0,016440
$1000\epsilon_s=$	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)=$	- 0,008878
$E_s (Mpa)=$	200 000,00	$\delta=$	0,042883
$\gamma_s =$	1,15		
$f_{bc}(MPa)$	14,167	$x=$	0,079434
$\alpha_R =$	0,668	$l=$	0,003888
$\mu_R =$	0,392	$\sigma_{bc} (MPa)$	2,133450
$\mu=M_u/(bd^2f_{bc})$	0,01	$\sigma_{st} (Mpa))$	185,55
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
$M_R(Nm)=$	3 688 156,80	Compression béton	ok
$\alpha =$	0,02	Dégrossissage =(cm²)	10,96
$Z =$	0,54		
$\epsilon_s=$	0,01		
		$A_s (cm^2) =$	10,96

σ_s (MPa)=	347,83
A_s =	7,56

$A's$ (cm ²) =	-
----------------------------	---

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{e}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	7,56
$1000\varepsilon's$ =	2,92
$\sigma's$ (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	3 882 335,99
$A's'$ =	- 224,09
A_s =	43,86

HA	Nombre	st
10,00	13,96	17,19

Armatures longitudinales inférieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	2,40	Mser(Nm)	395 852,80
h(m)	0,60	A_s (m ²)	0,004200
d(m)	0,54	$A's$ (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	534 401,28	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2=$	1,200000
F_{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)=$	0,063000
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)=$	- 0,034020
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,167265
γ_s =	1,15		
f_{bc} (Mpa)	14,167	x=	0,144159
α_R =	0,668	l=	0,012268
μ_R =	0,392	σ_{bc} (MPa)	4,651507
$\mu=M_u/(bd^2f_{bc})$	0,05	σ_{st} (Mpa))	191,59
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	3 688 156,80	Compression béton	ok
α =	0,07	Dégrossissage =(cm ²)	41,55
Z =	0,53		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		
A_s =	29,26		

A_s (cm ²) =	42,00
$A's$ (cm ²) =	-

RESULTAT EST CI DESSUS

HA	Nombre	st
----	--------	----

Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{yk}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	29,26
$1000\varepsilon'_s$ =	2,92
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	3 882 335,99
$A_{s'}$ =	- 200,53
A_s =	67,42

16,00	20,90	11,48
-------	-------	-------

Détermination des armatures inférieures parallèles au petit côté

Portée de la console= 1,20 m

Moment d'encastrement= 76950 Nm

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	76 950,00
h(m)	0,50	A_s (m ²)	0,000990
d(m)	0,44	$A's$ (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	103 882,50	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2$ =	0,500000
f_{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)$ =	0,014850
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)$ =	- 0,006534
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,013289
γ_s =	1,15		
f_{bc} (MPa)	14,167	x=	0,100426
α_R =	0,668	l=	0,002050
μ_R =	0,392	σ_{bc} (MPa)	3,769694
$\mu=Mu/(bd^2f_{bc})$	0,04	σ_{st} (Mpa))	191,20
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	1 020 272,00	Compression béton	ok
α =	0,05	Dégrossissage =(cm ²)	9,91
Z =	0,43		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		
A_s =	6,92		

A_s (cm ²) =	9,90
$A's$ (cm ²) =	-

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_e/η	347,83
A_s (cm ²)	6,92
$1000\varepsilon's$ =	2,79
$\sigma' s$ (MPa)=	347,83
ZR=	0,32
MR(Nm)=	1 073 988,70
A_s' =	- 73,40
A_s =	17,57

HA	Nombre	st
12,00	8,76	11,42

7- Ferrailage definitif

nappe inférieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA16 espacés de 10 cm
HA12 espacés de 10 cm

nappe supérieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA10 espacés de 15 cm
HA10 espacés de 20 cm

ETUDE DE LA SEMELLE SF2

Nombre de poteaux = 2

1- Détermination de la position du centre de gravité des charges

	Pi	Xi	Pi Xi
P1	370	0	0
	277	2,15	595,55
	268	4,38	1173,84
P2	420	6,53	2742,6
	1335		4511,99
X		3,37976779	

2- Dimensions supposées de la semelle

largeur= 1,8

longueur= 7

épaisseur= 0,4

Profondeur d'encrage 2,25 m

Poids de la semelle= 105 KN

Longueur du mur de soubassement sur la semelle 9,53 m

Poids du mur de soubassement 10,483 KN

Contrainte admissible du sol= 0,11 Mpa

Surface nécessaire de la semelle 13,19 m²

Pour une largeur de la semelle de: l= 1,80 m

il faut une longueur de : L= 7,33 m

3- Dimensions réelles de la semelle

Pour les calculs, nous retenons:

Largeur= 1,80 m

Longueur= 8,00 m

épaisseur= 0,40 m

Section du libage= 1,80 x 0,4

La pression à la base de la semelle est donc égale à:

0,103436319 Mpa ok

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 575 000,00 N

fc28= 25,00 Mpa

U= 0,80 m

V= 0,80 m

Uc= 3,20 m

Epaisseur >= 0,29 m

LA RESISTANCE AU POINÇONNEMENT EST VERIFIEE

4- Calcul des armatures longitudinales dans la semelle

Le moment en travée

portée de la travée=	2,23	m
poids de la semelle=	18,00	KN/ml
poids du mur de soubassement=	0,92	KN/ml
charges des poteaux=	166,88	KN/ml

La pression que le sol exerce sur la semelle est donc égale à:

pser=	185,80	KN/ml
-------	--------	-------

Le moment de calcul en travée est

Mt=	77,80	KNm
-----	-------	-----

Moment sur appui intermédiaire

Map1=	51,87	KNm
-------	-------	-----

Moment d'encastrement de la console

Map2=	60,28	KNm
-------	-------	-----

la portée de la console étant égale à:

0,85	m
------	---

Sollicitation de calcul

Mmoment en travée=	77,80	KNm
Moment sur appui=	60,28	KNm

Calcul des armatures

Armatures longitudinales supérieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,80	Mser(Nm)	77 798,69
h(m)	0,40	As(m²)	0,001300
d(m)	0,34	A's (m²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	105 028,23	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax²+Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,900000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,019500
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,006630
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,024248
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,075677
αR =	0,668	l=	0,001622
μR =	0,392	σbc (MPa)	3,628832
μ=Mu/(bd²fbcd	0,04	σ st (Mpa))	190,12
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	1 096 581,60	Compression béton	ok
α =	0,05	Dégrossissage =(cm²)	12,97

Z =	0,33
ϵ_s =	0,01
σ_s (MPa) =	347,83
A _s =	9,05

A _s (cm ²) =	13,00
A' _s (cm ²) =	-

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa) = $f_{e/s}$	347,83
A _s (cm ²)	9,05
1000 ϵ'_s =	2,58
σ'_s (MPa) =	347,83
Z _R =	0,25
MR(Nm) =	1 154 315,95
A _{s'} =	- 107,74
A _s =	18,79

HA	Nombre	st
12,00	11,50	15,65

Armatures longitudinales inférieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,80	M _{ser} (Nm)	60 283,59
h(m)	0,40	A _s (m ²)	0,001010
d(m)	0,34	A' _s (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2) =	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
M _u (Nm)	81 382,85	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f _{c28} (Mpa)	25,00	Ax ² +Bx+C=0	
f _{t28} (Mpa)	2,10	A=b/2=	0,900000
F _{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	B=15*(A _s +A' _s)=	0,015150
1000 ϵ_s =	1,74	C=-15(A _s *d+C'*A' _s)=	- 0,005151
E _s (Mpa) =	200 000,00	delta=	0,018773
γ_s =	1,15		
f _{bc} (Mpa)	14,167	x=	0,067703
α_R =	0,668	l=	0,001310
μ_R =	0,392	σ_{bc} (Mpa)	3,116727
μ = M _u /(b*d ² *f _{bc})	0,03	σ_{st} (Mpa))	188,03
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm) =	1 096 581,60	Compression béton	ok
α =	0,03	Dégrossissage =(cm ²)	10,05
Z =	0,34		
ϵ_s =	0,01		
σ_s (MPa) =	347,83		
A _s =	6,98		

A _s (cm ²) =	10,10
A' _s (cm ²) =	-

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{e}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	6,98
$1000\varepsilon's$ =	2,58
$\sigma' s$ (MPa)=	347,83
ZR=	0,25
MR(Nm)=	1 154 315,95
A_s' =	- 110,17
A_s =	16,36

HA	Nombre	st
12,00	8,93	20,15

Détermination des armatures inférieures parallèles au petit côté

Portée de la console= 0,90 m

Moment d'encastrement= 41891,70938 Nm

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	41 891,71
h(m)	0,40	A_s (m ²)	0,000700
d(m)	0,34	$A's$ (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	56 553,81	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (MPa)	2,10	$A=b/2$ =	0,500000
F_{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)$ =	0,010500
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)$ =	- 0,003570
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,007250
γ_s =	1,15		
f_{bc} (MPa)	14,167	x=	0,074648
α_R =	0,668	l=	0,000878
μ_R =	0,392	σ_{bc} (MPa)	3,561767
$\mu=M_u/(b d^2 f_{bc})$	0,03	σ_{st} (Mpa))	189,91
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	609 212,00	Compression béton	ok
α =	0,04	Dégrossissage =(cm ²)	6,98
Z =	0,33		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		

A_s (cm²) = 7,00

As =	4,87

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_e/λ	347,83
As(cm ²)	4,87
1000 ϵ'_s =	2,58
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,25
MR(Nm)=	641 286,64
As'=	- 60,04
As=	10,26

A's (cm ²) =	-
--------------------------	---

HA	Nombre	st
12,00	6,19	16,15

7- Ferrailage definitif

nappe inférieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA12 espacés de 15 cm
HA12 espacés de 15 cm

nappe supérieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA12 espacés de 15 cm
HA10 espacés de 15 cm

ETUDE DE LA SEMELLE S3

Nombre de poteaux = 2

1- Détermination de la position du centre de gravité des charges

	Pi	Xi	Pi Xi
P1	229	0	0
P2	1136	0,69	783,84
	1365	0,69	783,84
X		0,574241758	

2- Dimensions supposées de la semelle

largeur= 2,4
longueur= 5,6
épaisseur= 0,6

Profondeur d'encrage 2,25 m
Poids de la semelle= 168 KN
Longueur du mur ce soubassement sur la semelle 4,8 m
Poids du mur de soubassement 5,28 KN
Contrainte admissible du sol= 0,11 Mpa
Surface nécessaire de la semelle 13,98 m²
Pour une largeur de la semelle de: l= 2,40 m
il faut une longueur de : L= 5,83 m

3- Dimensions réelles de la semelle

Pour les calculs, nous retenons:

Largeur= 2,80 m
Longueur= 5,20 m
épaisseur= 0,60 m

Section du libage= 2,80 x 0,6

La pression à la base de la semelle est donc égale à:

0,109112637 Mpa ok

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 1 312 000,00 N
fc28= 25,00 Mpa
U= 1,00 m
V= 1,00 m
Uc= 4,00 m
Epaisseur >= 0,52 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

4- Calcul des armatures longitudinales dans la semelle

Le moment en travée

portée de la travée=	0,69	m
poids de la semelle=	42,00	KN/ml
poids du mur de soubassement=	0,84	KN/ml
charges des poteaux=	262,50	KN/ml

La pression que le sol exerce sur la semelle est donc égale à:

pser=	305,34	KN/ml
-------	--------	-------

Le moment de calcul en travée est

Mt=	11,72	KNm
-----	-------	-----

Moment sur appui intermédiaire

Map1=	7,81	KNm
-------	------	-----

Moment d'encastrement de la console

Map2=	525,00	KNm
-------	--------	-----

la portée de la console étant égale à:

2	m
---	---

Sollicitation de calcul

Mmoment en travée=	11,72	KNm
Moment sur appui=	525,00	KNm

Calcul des armatures

Armatures longitudinales supérieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	2,80	Mser(Nm)	11 716,52
h(m)	0,60	As(m²)	0,000200
d(m)	0,54	A's (m²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	15 817,31	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax²+Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	1,400000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,003000
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,001620
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,009081
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,032962
αR =	0,668	l=	0,000805
μR =	0,392	σbc (MPa)	0,479941
μ=Mu/(bd²fbcd)	0,00	σ st (Mpa))	110,74
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	4 302 849,60	Compression béton	ok
α =	0,00	Dégrossissage =(cm²)	1,23
Z =	0,54		
εS=	0,01		
		As (cm²) =	2,00

σ_s (MPa)=	347,83
A_s =	0,84

$A's$ (cm ²) =	-
----------------------------	---

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{e}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	0,84
$1000\varepsilon's$ =	2,92
$\sigma's$ (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	4 529 391,99
$A's'$ =	- 270,34
A_s =	42,26

HA	Nombre	st
12,00	1,77	158,26

Armatures longitudinales inférieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	2,80	Mser(Nm)	525 000,00
h(m)	0,60	A_s (m ²)	0,007800
d(m)	0,54	$A's$ (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	708 750,00	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2=$	1,400000
F_{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)=$	0,117000
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)=$	- 0,063180
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,367497
γ_s =	1,15		
f_{bc} (Mpa)	14,167	x=	0,174720
α_R =	0,668	l=	0,020589
μ_R =	0,392	σ_{bc} (MPa)	4,455110
$\mu=M_u/(bd^2f_{bc})$	0,06	σ_{st} (Mpa))	139,71
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	4 302 849,60	Compression béton	ok
α =	0,08	Dégrossissage =(cm ²)	55,11
Z =	0,52		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		
A_s =	38,97		

A_s (cm ²) =	78,00
$A's$ (cm ²) =	-

RESULTAT EST CI DESSUS	
------------------------	--

HA	Nombre	st
----	--------	----

Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{yk}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	38,97
$1000\varepsilon'_s$ =	2,92
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	4 529 391,99
$A_{s'}$ =	- 228,84
A_s =	83,77

16,00	38,81	7,21
-------	-------	------

Détermination des armatures inférieures parallèles au petit côté

Portée de la console= 1,40 m

Moment d'encastrement= 106930,3846 Nm

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	106 930,38
h(m)	0,60	A_s (m ²)	0,001470
d(m)	0,54	$A's$ (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	144 356,02	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2=$	0,500000
f_{yk} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)=$	0,022050
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)=$	- 0,011907
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,024300
γ_s =	1,15		
f_{bc} (Mpa)	14,167	x=	0,133835
α_R =	0,668	l=	0,004437
μ_R =	0,392	σ_{bc} (Mpa)	3,225633
$\mu=M_u/(b d^2 f_{bc})$	0,03	σ_{st} (Mpa))	146,84
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	1 536 732,00	Compression béton	ok
α =	0,04	Dégrossissage =(cm ²)	11,22
Z =	0,53		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		
A_s =	7,82		

A_s (cm ²) =	14,70
$A's$ (cm ²) =	-

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= $f_{e/y}$	347,83
A_s (cm ²)	7,82
$1000\varepsilon'_s$ =	2,92
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	1 617 640,00
$A_{s'}$ =	- 88,24
A_s =	23,40

HA	Nombre	st
14,00	9,55	10,47

7- Ferrailage definitif

nappe inférieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA16 espacés de 15 cm
HA12 espacés de 15 cm

nappe supérieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA10 espacés de 30 cm
HA10 espacés de 30 cm

ETUDE DE LA SEMELLE SF4

Nombre de poteaux = 2

1- Détermination de la position du centre de gravité des charges

	Pi	Xi	Pi Xi
P1	832	0	0
P2	983	2,23	2192,09
	1815	2,23	2192,09
X		1,207763085	

2- Dimensions supposées de la semelle

largeur= 3
longueur= 6,5
épaisseur= 0,7

Profondeur d'encrage 2,25 m
Poids de la semelle= 292,5 KN
Longueur du mur ce soubassement sur la semelle 4,46 m
Poids du mur de soubassement 4,906 KN
Contrainte admissible du sol= 0,11 Mpa
Surface nécessaire de la semelle 19,20 m²
Pour une largeur de la semelle de: l= 3,00 m
il faut une longueur de : L= 6,40 m

3- Dimensions réelles de la semelle

Pour les calculs, nous retenons:

Largeur= 3,00 m
Longueur= 6,50 m
épaisseur= 0,70 m

Section du libage= 3,00 x 0,70

La pression à la base de la semelle est donc égale à:

0,110828513 Mpa ok

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 1 351 000,00 N
fc28= 25,00 Mpa
U= 1,10 m
V= 1,10 m
Uc= 4,40 m
Epaisseur >= 0,49 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

4- Calcul des armatures longitudinales dans la semelle

Le moment en travée

portée de la travée=	2,23	m
poids de la semelle=	52,50	KN/ml
poids du mur de soubassement=	0,79	KN/ml
charges des poteaux=	279,23	KN/ml

La pression que le sol exerce sur la semelle est donc égale à:

pser=	332,52	KN/ml
-------	--------	-------

Le moment de calcul en travée est

Mt=	130,18	KNm
-----	--------	-----

Moment sur appui intermédiaire

Map1=	86,79	KNm
-------	-------	-----

Moment d'encastrement de la console

Map2=	694,29	KNm
-------	--------	-----

la portée de la console étant égale à:

2,23	m
------	---

Sollicitation de calcul

Mmoment en travée=	130,18	KNm
Moment sur appui=	694,29	KNm

Calcul des armatures

Armatures longitudinales supérieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	3,00	Mser(Nm)	130 180,00
h(m)	0,70	As(m²)	0,001160
d(m)	0,64	A's (m²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	175 743,00	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax²+Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	1,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,017400
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,011136
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,067119
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,080558
αR =	0,668	l=	0,005969
μR =	0,392	σbc (MPa)	1,757039
μ=Mu/(bd²fbc)	0,01	σ st (Mpa))	183,03
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	6 475 776,00	Compression béton	ok
α =	0,01	Dégrossissage =(cm²)	11,53
Z =	0,64		
εS=	0,01		
		As (cm²) =	11,60

σ_s (MPa)=	347,83
A_s =	7,93

$A's$ (cm ²) =	-
----------------------------	---

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{e}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	7,93
$1000\varepsilon's$ =	3,01
$\sigma's$ (MPa)=	347,83
ZR=	0,47
MR(Nm)=	6 816 721,64
$A's'$ =	- 329,19
A_s =	67,78

HA	Nombre	st
10,00	14,78	20,30

Armatures longitudinales inférieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	3,00	Mser(Nm)	694 293,35
h(m)	0,70	A_s (m ²)	0,006200
d(m)	0,64	$A's$ (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	937 296,02	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2=$	1,500000
F_{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)=$	0,093000
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A's)=$	- 0,059520
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,365769
γ_s =	1,15		
f_{bc} (Mpa)	14,167	x=	0,170596
α_R =	0,668	l=	0,025456
μ_R =	0,392	σ_{bc} (MPa)	4,652793
$\mu=M_u/(bd^2f_{bc})$	0,05	σ_{st} (Mpa))	192,04
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	6 475 776,00	Compression béton	ok
α =	0,07	Dégrossissage =(cm ²)	61,49
Z =	0,62		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		
A_s =	43,30		

A_s (cm ²) =	62,00
$A's$ (cm ²) =	-

RESULTAT EST CI DESSUS	
------------------------	--

HA	Nombre	st
----	--------	----

Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{yk}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	43,30
$1000\varepsilon'_s$ =	3,01
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,47
MR(Nm)=	6 816 721,64
$A_{s'}$ =	- 291,44
A_s =	105,53

16,00	30,85	9,72
-------	-------	------

Détermination des armatures inférieures parallèles au petit côté

Portée de la console= 1,50 m

Moment d'encastrement= 124682,0769 Nm

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	124 682,08
h(m)	0,70	A_s (m ²)	0,001110
d(m)	0,64	A'_s (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	168 320,80	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2=$	0,500000
F_{eE} (Mpa)	400		
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A'_s)=$	0,016650
$1000\varepsilon_s$ =	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A'_s)=$	- 0,010656
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,021589
γ_s =	1,15		
f_{bc} (MPa)	14,167	x=	0,130283
α_R =	0,668	l=	0,005063
μ_R =	0,392	σ_{bc} (MPa)	3,208367
$\mu=Mu/(bd^2f_{bc})$	0,03	σ_{st} (Mpa))	188,29
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	2 158 592,00	Compression béton	ok
α =	0,04	Dégrossissage =(cm ²)	11,04
Z =	0,63		
ε_s =	0,01		
σ_s (MPa)=	347,83		
A_s =	7,67		

A_s (cm ²) =	11,10
A'_s (cm ²) =	-

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_e/η	347,83
A_s (cm ²)	7,67
$1000\varepsilon'_s$ =	3,01
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,47
MR(Nm)=	2 272 240,55
$A_{s'}$ =	- 104,29
A_s =	28,03

HA	Nombre	st
16,00	5,52	18,10

7- Ferrailage definitif

nappe inférieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA16 espacés de 8 cm
HA16 espacés de 15 cm

nappe supérieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA10 espacés de 20 cm
HA10 espacés de 20 cm

ETUDE DE LA SEMELLE SF5

Nombre de poteaux = 4

1- Détermination de la position du centre de gravité des charges

	Pi	Xi	Pi Xi
P1	891	0	0
P2	970	2,23	2163,1
	1861	2,23	2163,1
X		1,16233208	

	Pi	Xi	Pi Xi
P1	1567	0	0
P2	294	2,23	655,62
	1861	2,23	655,62
X		0,352294465	

2- Dimensions supposées de la semelle

largeur= 3,6
longueur= 5,5
épaisseur= 0,6

Profondeur d'encrage 2,25 m
Poids de la semelle= 264 KN
Longueur du mur de soubassement sur la semelle 4,46 m
Poids du mur de soubassement 4,906 KN
Contrainte admissible du sol= 0,11 Mpa
Surface nécessaire de la semelle 19,36 m²
Pour une largeur de la semelle de: l= 3,60 m
il faut une longueur de : L= 5,38 m

3- Dimensions réelles de la semelle

Pour les calculs, nous retenons:

Largeur= 3,80 m
Longueur= 5,50 m
épaisseur= 0,60 m

Section du libage= 3,80 x 0,60

La pression à la base de la semelle est donc égale à:

0,104277799 Mpa ok

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu= 1 129 000,00 N
fc28= 25,00 Mpa
U= 1,00 m
V= 1,00 m

Uc= 4,00 m
Epaisseur >= 0,45 m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

4- Calcul des armatures longitudinales dans la semelle

Le moment en travée

portée de la travée= 2,23 m
poids de la semelle= 57,00 KN/ml
poids du mur de soubassement= 0,84 KN/ml
charges des poteaux= 338,36 KN/ml

La pression que le sol exerce sur la semelle est donc égale à:

pser= 396,20 KN/ml

Le moment de calcul en travée est

Mt= 157,75 KNm

Moment sur appui intermédiaire

Map1= 105,17 KNm

Moment d'encastrement de la console

Map2= 477,50 KNm

la portée de la console étant égale à:

1,68 m

Sollicitation de calcul

Mmoment en travée= 157,75 KNm

Moment sur appui= 477,50 KNm

Calcul des armatures

Armatures longitudinales supérieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	3,80	Mser(Nm)	157 748,30
h(m)	0,60	As(m²)	0,001660
d(m)	0,54	A's (m²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	212 960,20	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax²+Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	1,900000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,024900
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,013446
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,102810
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,077826
αR =	0,668	l=	0,005916
μR =	0,392	σbc (MPa)	2,075264

$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc})$	0,01
pas acier comprimé	
MR(Nm)=	5 839 581,60
$\alpha =$	0,02
Z =	0,54
$\epsilon_s =$	0,01
σ_s (MPa)=	347,83
As =	11,42

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{yk}/η	347,83
As(cm²)	11,42
1000 $\epsilon'_s =$	2,92
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	6 147 031,99
As'=	- 355,43
As=	68,83

σ_{st} (Mpa))	184,86
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage =(cm²)	16,56

As (cm²) =	16,60
A's (cm²) =	-

HA	Nombre	st
10,00	21,15	17,97

Armatures longitudinales inférieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	3,80	Mser(Nm)	477 498,76
h(m)	0,60	As(m²)	0,005010
d(m)	0,54	A's (m²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	644 623,33	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax²+Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	1,900000
FeE (Mpa)	400		
$\mu_l =$	0,372	B=15*(As+A's)=	0,075150
1000 $\epsilon_s =$	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,040581
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,314063
$\gamma_s =$	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,127701
$\alpha_R =$	0,668	l=	0,015413
$\mu_R =$	0,392	σ_{bc} (MPa)	3,956308
$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc})$	0,04	σ_{st} (Mpa))	191,60
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	5 839 581,60	Compression béton	ok
$\alpha =$	0,05	Dégrossissage =(cm²)	50,12
Z =	0,53		

$\epsilon_s =$	0,01
σ_s (MPa)=	347,83
$A_s =$	35,06

A_s (cm ²) =	50,10
A'_s (cm ²) =	-

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_{yk}/γ_s	347,83
A_s (cm ²)	35,06
$1000\epsilon'_s =$	2,92
σ'_s (MPa)=	347,83
ZR=	0,40
MR(Nm)=	6 147 031,99
$A'_s =$	- 329,57
$A_s =$	94,68

HA	Nombre	st
16,00	24,93	15,24

Détermination des armatures inférieures parallèles au petit côté

Portée de la console= 1,58 m

Moment d'encastrement= 130159,5488 Nm

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	130 159,55
h(m)	0,60	A_s (m ²)	0,001770
d(m)	0,54	A'_s (m ²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	175 715,39	σ_{bc} (Mpa)	15,000000
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$	
f_{t28} (Mpa)	2,10	$A=b/2=$	0,500000
FeE (Mpa)	400		
$\mu_l =$	0,372	$B=15*(A_s+A'_s)=$	0,026550
$1000\epsilon_s =$	1,74	$C=-15(A_s*d+C'*A'_s)=$	- 0,014337
E_s (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,029379
$\gamma_s =$	1,15		
f_{bc} (MPa)	14,167	x=	0,144853
$\alpha_R =$	0,668	l=	0,005159
$\mu_R =$	0,392	σ_{bc} (MPa)	3,654813
$\mu = Mu/(bd^2f_{bc})$	0,04	σ_{st} (Mpa))	149,55
pas acier comprimé		Traction des acier	ok
MR(Nm)=	1 536 732,00	Compression béton	ok

$\alpha =$	0,05
$Z =$	0,53
$\varepsilon_s =$	0,01
σ_s (MPa)=	347,83
$A_s =$	9,56

RESUTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ_s (MPa)= f_e/γ	347,83
A_s (cm ²)	9,56
$1000\varepsilon'_s =$	2,92
σ'_s (MPa)=	347,83
$ZR =$	0,40
MR (Nm)=	1 617 640,00
$A_s' =$	- 86,37
$A_s =$	25,28

Dégrossissage =(cm ²)	13,66
-----------------------------------	-------

A_s (cm ²) =	17,70
A'_s (cm ²) =	-

HA	Nombre	st
16,00	8,81	11,35

7- Ferrailage définitif

nappe inférieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA16 espacés de 10 cm
HA16 espacés de 10 cm

nappe supérieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA10 espacés de 15 cm
HA10 espacés de 15 cm

ETUDE DE LA SEMELLE SF11

1- Détermination de la position du centre de gravité des charges

Charges issues de poteaux	14230	KN
Charges issues des voiles	3336,53	KN
Total =	17566,53	KN

2- Dimensions supposées de la semelle

largeur=	14			
longueur=	14			
épaisseur=	1			
libage	0	x	0	
Profondeur d'encrage	2,25	m		
Poids de la semelle=	4900	KN		
Longueur du mur de soubassement sur la semelle			60	m
Poids du mur de soubassement	69,96	KN		
Contrainte admissible du sol=			0,11	Mpa
Surface nécessaire de la semelle			204,88	m ²
Pour une largeur de la semelle de: l=			14,00	m
il faut une longueur de : L=			14,63	m

3- Dimensions réelles de la semelle

Pour les calculs, nous retenons:

Largeur=	14,20	m
Longueur=	14,20	m
épaisseur=	0,90	m

Section du libage=	-	x	0,90
--------------------	---	---	------

La pression à la base de la semelle est donc égale à:

0,109965235 Mpa ok

Vérification du poinçonnement sous l'effet du fût

Qu=	2 690 000,00	N
fc28=	25,00	Mpa
U=	1,30	m
V=	1,30	m
Uc=	5,20	m
Epaisseur >=	0,83	m

LA RESISTANCE AU POINCONNEMENT EST VERIFIEE

4- Calcul des armatures longitudinales dans la semelle

Le moment en travée

Dimensions du panneau	lx=	2,23	m
	ly=	4,95	
poids de la semelle=		4 536,90	KN
poids du mur de soubassement=		46,20	KN

charges des poteaux=

17 566,53 KN

La pression que le sol exerce sur la semelle est donc égale à:

p_{ser} =

109,85 KN/m²

22,5

Le moment de calcul en travée est

l_x / l_y =

0,45

le radier porte dans les deux sens

La dalle porte dans les deux directions

	ELS
μ_x =	0,1046
μ_y =	0,333
M_x (N.m) =	45,4350907
M_y (N.m) =	15,1298852

Cette dalle étant isostatique, on a:

	ELS	
	ENTRAVEE	SUR APPUI
M_x (N.m)	45,4350907	6,815263605
M_y (N.m)	15,1298852	2,26948278

M_t =

45,44 KNm

Moment sur appui intermédiaire

M_{ap1} =

22,72 KNm

Moment d'encastrement de la console

M_{ap2} =

535,00 KNm

la portée de la console étant égale à:

3,5

m

Sollicitation de calcul

Moment en travée=

45,44 KNm

Moment sur appui=

535,00 KNm

Calcul des armatures

Armatures longitudinales supérieures					
En travée					
Justification à ELU		En travée			
		Vérification à ELS			
b(m)	1,00	M_{ser} (Nm)	45 435,09		
h(m)	0,90	A_s (m ²)	0,000300		
d(m)	0,84	$A's$ (m ²)	-		
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000		
c' =	0,06	σ_{st} (Mpa)	201,633331		
M_u (Nm)	61 337,37	σ_{bc} (Mpa)	15,000000		
f_{c28} (Mpa)	25,00	$Ax^2+Bx+C=0$			
f_{t28} (MPa)	2,10	$A=b/2=$	0,500000		
f_{eE} (Mpa)	400				
μ_l =	0,372	$B=15*(A_s+A's)=$	0,004500		

1000εs=	1,74
Es (Mpa)=	200 000,00
γs =	1,15
fbc(MPa)	14,167
αR =	0,668
μR =	0,392
μ=Mu/(bd²fbc)	0,01
pas acier comprimé	
MR(Nm)=	3 718 512,00
α =	0,01
Z =	0,84
εs=	0,01
σ s (MPa)=	347,83
As =	2,11

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
σ s (MPa)=fe/γ	347,83
As(cm²)	2,11
1000ε's=	3,13
σ' s (MPa)=	347,83
ZR=	0,62
MR(Nm)=	3 914 289,38
As'=	- 142,02
As=	31,66

C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,003780
delta=	0,007580
x=	0,082565
l=	0,002769
σbc (MPa)	1,354614
σ st (Mpa))	186,41
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage =(cm²)	3,07

As (cm²) =	3,00
A's (cm²) =	-

HA	Nombre	st
12,00	2,65	37,68

Armatures longitudinales inférieures			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
b(m)	1,00	Mser(Nm)	535 002,83
h(m)	0,90	As(m²)	0,003600
d(m)	0,84	A's (m²)	-
c =	0,06	préj(1) trèp(2)=	1,000000
c' =	0,06	σst (Mpa)	201,633331
Mu(Nm)	722 253,82	σbc (Mpa)	15,000000
fc28(Mpa)	25,00	Ax²+Bx+C=0	
ft28(MPa)	2,10	A=b/2=	0,500000
FeE (Mpa)	400		
μl=	0,372	B=15*(As+A's)=	0,054000
1000εs=	1,74	C=-15(As*d+C'*A's)=	- 0,045360
Es (Mpa)=	200 000,00	delta=	0,093636
γs =	1,15		
fbc(MPa)	14,167	x=	0,252000
αR =	0,668	l=	0,024005
μR =	0,392	σbc (MPa)	5,616474

$\mu = M_u / (b d^2 f_{bc})$	0,07
pas acier comprimé	
$MR(Nm) =$	3 718 512,00
$\alpha =$	0,09
$Z =$	0,81
$\epsilon_s =$	0,01
$\sigma_s (MPa) =$	347,83
$A_s =$	25,68

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
$\sigma_s (MPa) = f_{e/y}$	347,83
$A_s (cm^2)$	25,68
$1000 \epsilon'_s =$	3,13
$\sigma'_s (MPa) =$	347,83
$Z_R =$	0,62
$MR(Nm) =$	3 914 289,38
$A'_s =$	- 117,66
$A_s =$	56,02

$\sigma_{st} (Mpa)$	196,58
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage $= (cm^2)$	36,10

$A_s (cm^2) =$	36,00
$A'_s (cm^2) =$	-

HA	Nombre	st
16,00	17,91	5,58

Détermination des armatures inférieures parallèles au petit côté

Portée de la console = 3,50 m

Moment d'encastrement = 535002,833 Nm

NAPPE INFÉRIEURE			
En travée		En travée	
Justification à ELU		Vérification à ELS	
$b(m)$	1,00	$M_{ser}(Nm)$	535 002,83
$h(m)$	0,90	$A_s (m^2)$	0,003600
$d(m)$	0,84	$A'_s (m^2)$	-
$c =$	0,06	$préj(1) trèp(2) =$	1,000000
$c' =$	0,06	$\sigma_{st} (Mpa)$	201,633331
$M_u(Nm)$	722 253,82	$\sigma_{bc} (Mpa)$	15,000000
$f_{c28}(Mpa)$	25,00	$Ax^2 + Bx + C = 0$	
$f_{t28}(Mpa)$	2,10	$A = b/2 =$	0,500000
$F_{eE} (Mpa)$	400		
$\mu_l =$	0,372	$B = 15 * (A_s + A'_s) =$	0,054000
$1000 \epsilon_s =$	1,74	$C = -15(A_s * d + C' * A'_s) =$	- 0,045360
$E_s (Mpa) =$	200 000,00	$\delta =$	0,093636
$\gamma_s =$	1,15		
$f_{bc}(MPa)$	14,167	$x =$	0,252000

$\alpha_R =$	0,668
$\mu_R =$	0,392
$\mu = \mu_R / (b d^2 f_{bc})$	0,07
pas acier comprimé	
$M_R(Nm) =$	3 718 512,00
$\alpha =$	0,09
$Z =$	0,81
$\epsilon_s =$	0,01
$\sigma_s (MPa) =$	347,83
$A_s =$	25,68

RESULTAT EST CI DESSUS	
Aciers comprim st calculables	
$\sigma_s (MPa) = f_{e} / \gamma_s$	347,83
$A_s (cm^2)$	25,68
$1000 \epsilon'_s =$	3,13
$\sigma'_s (MPa) =$	347,83
$Z_R =$	0,62
$M_R(Nm) =$	3 914 289,38
$A_{s'} =$	- 117,66
$A_s =$	56,02

7- Ferrailage définitif

nappe inférieure

armatures longitudinales
armatures transversales

2HA16 espacés de 10 cm
2HA16 espacés de 10 cm

nappe supérieure

armatures longitudinales
armatures transversales

HA12 espacés de 15 cm
HA12 espacés de 15 cm

$I =$	0,024005
$\sigma_{bc} (MPa)$	5,616474
$\sigma_{st} (MPa)$	196,58
Traction des acier	ok
Compression béton	ok
Dégrossissage $= (cm^2)$	36,10

$A_s (cm^2) =$	36,00
$A'_s (cm^2) =$	-

HA	Nombre	st
16,00	17,91	5,58