



# Projet béton armé Tour Majunga

Paradis - Derrien - Brosse -  
Lautrou - Desprez



# Plan

- 1- Classes d'expositions
- 2- Formulation de béton C50/60
- 3- Descente de charges (ELS, ELU)
- 4- Dimensionnement du poteau PH4
- 5- Ferrailage du poteau T1
- 6- Ferrailage de la poutre O1-V1
- 7- Enrobage poutre
- 8- Plancher O1-V3

# 1- Classes d'exposition des bétons

En façade :

- Zone H2 : Hiver peu rigoureux, salage fréquent
- Voile extérieur non protégé de l'humidité XC4
- 4 premiers étages en XF2
- Le reste en XC4

En sous-face de la poutre :

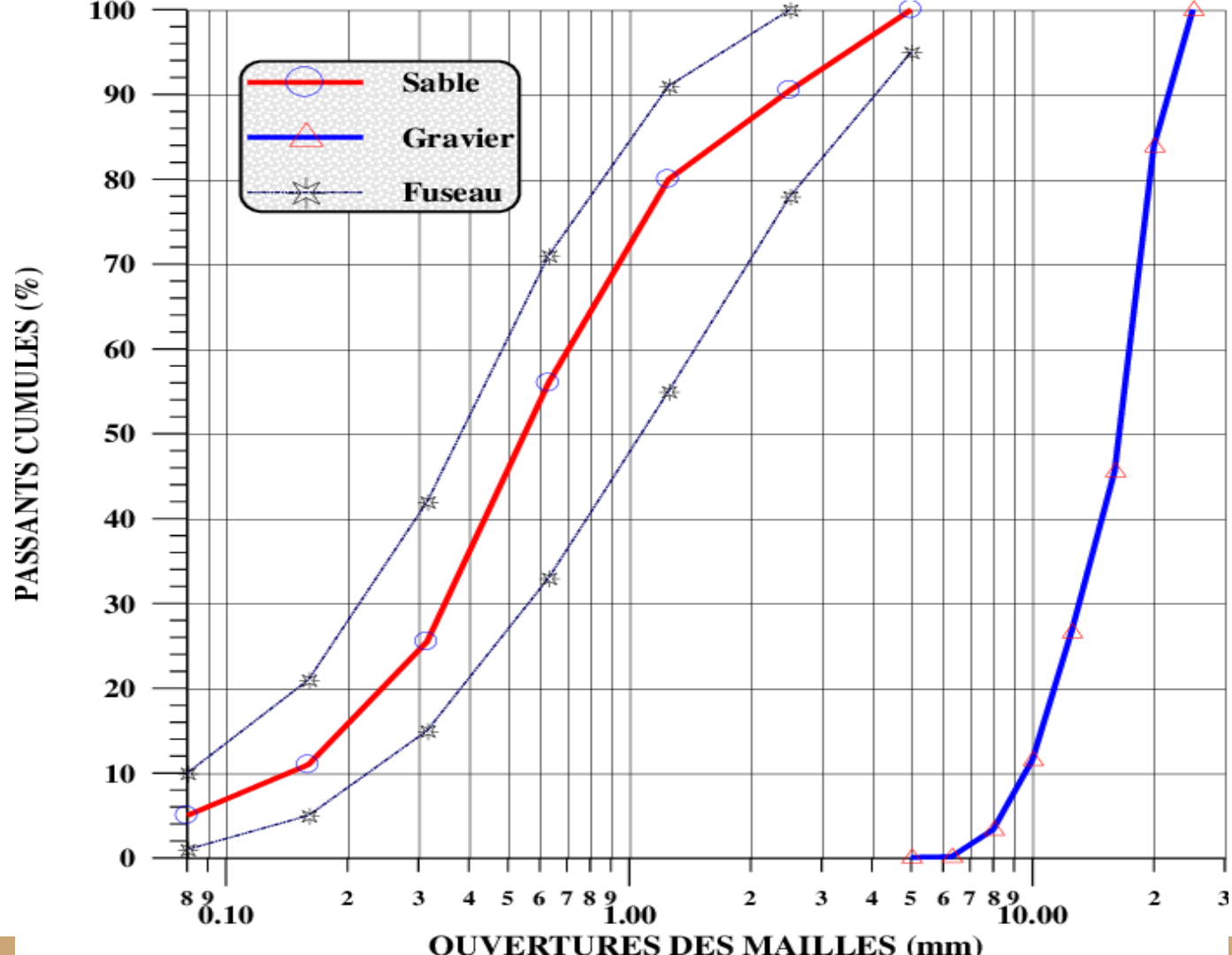
- Pas d'exposition à l'eau ni au gel => XC1



## 2- Formulation de béton C50/60

Ingrédients	Type	Dosage / m <sup>3</sup>	Prix (HT)
Ciment	52.5 R type A-S / A-C ou B-S / B-C	350 ou 400kg	Entre 30 et 50€ / 100kg
Sable	0/4	750 kg	15€/ 1 tonne
Granulat	4/20	1150 kg	25€/ T
Eau	Eau	100 à 150l	

Adjuvant plastifiant si besoin pour être pompable sur chantier



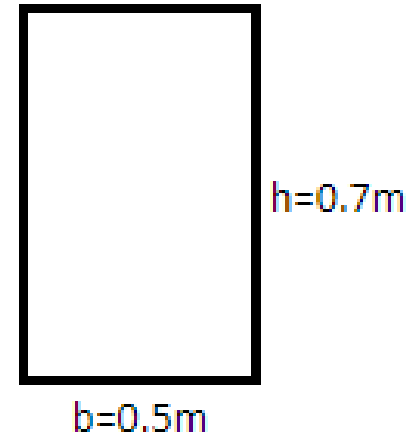


# 3- Descentes de charges

Données :

Surface reprise	105m <sup>2</sup>
g'	1.7 kN/m <sup>2</sup>
q	2.5 kN/m <sup>2</sup>
g(PP)	25 kN/m <sup>3</sup>
e	0.18 m

Poutre :



# 3- Descente de charges



4,85

21,72

## EFFORTS

G            30 kN/m  
 Q            12 kN/m

ELS(QP)	34	kN/m
ELS(car)	42	kN/m
ELU	59	kN/m

## ACTIONS

Moments	Mg	1 771,76	kN.m
	Mq	714,42	kN.m
	Msd,QP	1 986,08	kN.m
	Msd,CR	2 486,18	kN.m
	M_Ed	3 463,50	kN.m
M_Ed	3,46	MN.m	

Effort tranchant	Vg	326,29	kN
	Vq	131,57	kN
	V_Ed	667,05	kN

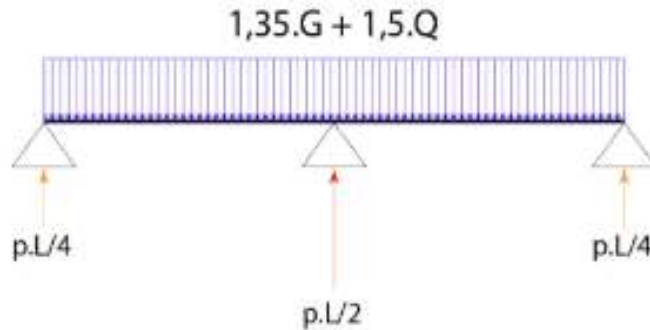


# 4- Dimensionnement du poteau PH4

DIMENSIONNEMENT      Poteau      PH 4

Nombre d'étages repris	36 u
Charge reprise	45 742 kN
Ned	28 589 kN
Facteur fck*	2,5 /
cnom	50 mm
S HA40	12,57 cm <sup>2</sup>

Hypothèse 1,25\*Charge iso



# 4- Dimensionnement du poteau PH4

Section carrée	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115
fck (Mpa)	45	50	55	60	70	80	90	100
fck* (Mpa)	18	20	22	24	28	32	36	40
a (m)	1,26	1,20	1,14	1,09	1,01	0,95	0,89	0,85
Ac (m)	1,59	1,43	1,30	1,19	1,02	0,89	0,79	0,71
fck (MPa)	45,00	50,00	55,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
fck* (Mpa)	18,00	20,00	22,00	24,00	28,00	32,00	36,00	40,00
D (m)	1,42	1,35	1,29	1,23	1,14	1,07	1,01	0,95

# 4- Dimensionnement du poteau PH 4 - Ferrailage

	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115
Asmin (cm <sup>2</sup> )	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7
Asmax circulaire (cm <sup>2</sup> )	635	571,5	519,5	476,2	408,2	357,2	317,5	285,7
Ast (cm <sup>2</sup> ) circulaire	283,9	283,6	283,4	283,2	282,8	282,5	282,3	282,1
Asmax carrée (cm <sup>2</sup> )	635,3	571,8	519,8	476,5	408,4	357,4	317,7	285,9
Ast (cm <sup>2</sup> ) carrée	284,6	284,3	284,0	283,8	283,4	283,1	282,8	282,6

➔ 12 paquets de 2 HA 40

# 4- Dimensionnement du poteau PH 4 - Enrobage

$$C_{min,b} = 40 \text{ mm}$$

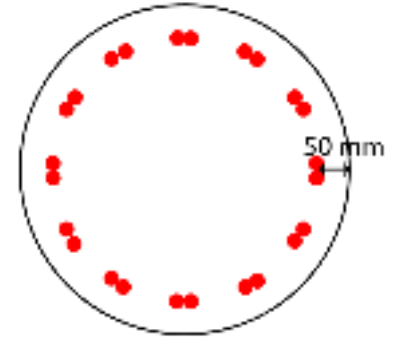
Classes d'exposition : XC4  
et S6 donc :

$$C_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

$$C_{min} = \max (40\text{mm} ; 25 \text{ mm}; 10\text{mm}) = \mathbf{40 \text{ mm}}$$

$$\text{D'où } C_{nom} = \max [ C_{min} + \Delta C_{dev}; C_{nom,mini,sol}]$$

$$= \max [ 40 + 10 ; 0] = \mathbf{50 \text{ mm}}$$



# 4- Dimensionnement du poteau PH4

Vérification au flambement :

Vérfications section carrée								
$\alpha$	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75
$k_h$	1,00	1,35	1,32	1,29	1,25	1,22	1,19	1,17
$k_s$	1,00							
N_RD (MN)	39,90	39,64	39,38	39,13	38,63	38,15	37,67	37,21
N_RD-N_ED (MN)	11,31	11,05	10,79	10,54	10,04	9,56	9,09	8,62
Vérfications section circulaire								
$\alpha$	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,73	0,71	0,70
$k_h$	1,00							
$k_s$	1,00							
N_RD (MN)	38,03	37,68	37,35	37,02	36,37	35,75	35,15	34,57
N_RD-N_ED (MN)	9,44	9,09	8,76	8,43	7,78	7,16	6,56	5,98

# Ferrailage de poutre

## Règle du pivot B

Béton	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115	
fck	55	60	70	80	90	100	
fcd	37	40	47	53	60	67	
mu	0,476	0,436	0,374	0,327	0,291	0,262	
alpha	0,976	0,804	0,622	0,515	0,442	0,387	
z	0,384	0,427	0,473	0,500	0,519	0,532	
Ast (cm <sup>2</sup> )	207,33	186,28	168,28	159,19	153,50	149,54	Nb HA
Section HA	14,809	13,306	12,020	11,371	10,964	10,682	14

→ Béton retenu : C80/95

→ 7 lits de 2 HA40 (section : 12.57cm<sup>2</sup>)

# Vérifications

Compression des bielles :

## VERIFICATIONS

### Compression des bielles

$V_{Rd,max}$	3084,48	kN
$V_{Ed}$	667,05	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd,max}$$

OK

# Vérifications

Remontée d'effort dans les aciers transversaux :

VERIFICATIONS		
<b>Remontée d'efforts</b>		
s (m)	0,16	0,2
Nb brins	3	3
Section HA12 (cm <sup>2</sup> )	1,13	
Section HA14 (cm <sup>2</sup> )	1,54	
V <sub>Rd,s 12</sub> (kN)	522,58	418,06
V <sub>Rd, 14</sub> (kN)	712,19	569,75
V <sub>Ed</sub> (kN)	667,05	

$$V_{Ed} < V_{Rd,s}$$

OK



# Vérifications

Répartition des aciers transversaux par la méthode Caquot :

→ 3 brins de HA14 avec  $s=16\text{cm}$

6    10x16    10x20    10x25    10x35    6x40    10x35    10x25    10x20    10x16    6

**87 cadres HA14**

2172

# Vérifications

Contrainte de compression de la bielle d'about :

VERIFICATIONS		
$\sigma_{\text{bielle}}$	2,32	MPa
$\sigma_{\text{Rd,max}}$	36,27	MPa

$$\sigma_{\text{bielle}} < \sigma_{\text{Rd,max}}$$

OK

# Vérifications

Ancrage de la bielle d'about par les aciers longitudinaux inférieurs :

VERIFICATIONS	
$\Delta_{Ftd}$	333,53 kN
$F_{tRd}$	1640,39 kN

$$\Delta F_{td} < F_{tRd}$$

OK

# Vérifications à l'ELS

Limitation des contraintes dans les matériaux acier et béton :

ACTIONS			
Moments	Mg	1 771,76	kN.m
	Mq	714,42	kN.m
	Msd,QP	1 986,08	kN.m
	Msd,CR	2 486,18	kN.m
	M_Ed	3 463,50	kN.m
M_Ed	3,46	MN.m	

Effort tranchant	Vg	326,29	kN
	Vq	131,57	kN
	V_Ed	667,05	kN

VERIFICATIONS			
<b>Limitation des contraintes</b>			
X sll (m)	0,4436		
I ll (m <sup>4</sup> )	0,02372		
$\sigma_{c,QP}$ (MPa)	37,14	0.45f <sub>ck</sub> =	36
$\sigma_{c,CR}$ (MPa)	46,50	0.6f <sub>ck</sub> =	48
$\sigma_{st,QP}$ (MPa)	234,08	0.8f <sub>yk</sub> =	400
$\sigma_{st,CR}$ (MPa)	293,03	0.8f <sub>yk</sub> =	400

# Vérifications - limitation de la flèche

Vérification flèches				
			Données flèches	
X(SI)	0,4704 m		alpha_eq	15,00
I(I)	0,0261 m <sup>4</sup>		Ast	0,017598 cm <sup>2</sup>
X(SII)	0,2877 m		b	0,50 m
I(II)	0,0349 m <sup>4</sup>		h	0,70 m
M(CR)	0,6329 Mn.m		fctm	5,57 MPa
Ksi	0,9492	95%	fcm	88,00 MPa
f(I)	22,6858 mm		Ecm	42,24 MPa
f(II)	16,9569 mm		M0,3Q	0,96061804 MN.m
f(inst_Msd_QP)	17,2477 mm	<	86,88	mm
f(diff_Mels_QP)	51,7432 mm	<	86,88	mm
f(diff_0,3Q)	25,0269 mm	<	43,44	mm

# 7- Enrobage poutre

$$C_{nom} = C_{min} + C_{dev} \quad (C_{dev} = 10\text{mm})$$

$$C_{min} = \max ( C_{min,b} ; C_{min,dur} ; 10\text{mm} )$$

$$C_{min,b} = 40\text{mm} \quad (\text{HA40})$$

$$C_{min,dur} = 20\text{mm} \quad (\text{XC4 S2})$$

$$C_{nom} = 50\text{mm} \quad \Rightarrow \text{calle de } 50\text{mm}$$

# Vérifications à l'ELS

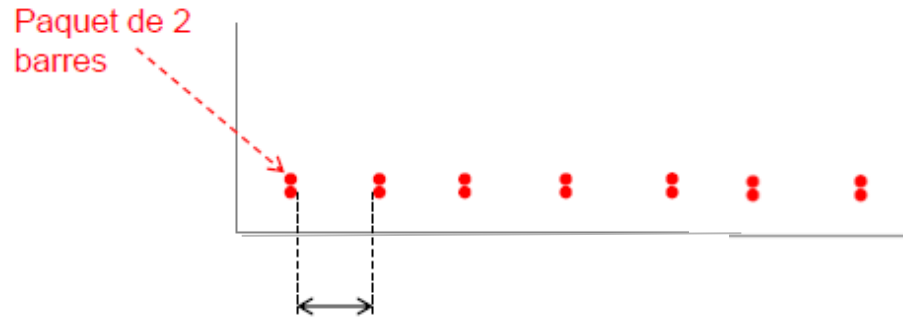
Maîtrise de la fissuration en flexion :

VERIFICATIONS			
Maîtrise de la fissuration			
$\sigma_{st,II}$ (MPa)	234,08	$c_{nom}$ (mm)	50
$k_t$	0,4	$c$ (mm)	66,8
$f_{ctm}$ (MPa)	5,57	$\Phi$ (mm)	40
$h_{c,eff}$ (m)	0,175	$a$ (mm)	61,06
$A_{c,eff}$ (m <sup>2</sup> )	0,0875	$k_1$	0,8
$\rho_{p,eff}$	20,11%	$k_2$	0,5
$\alpha_{eq}$	15	$k_3$	1,765
$E_s$	200000	$k_4$	0,425
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	0,00095	$Sr,max$ (mm)	151,7
$w_{max}$ ( $\mu m$ )	200	$w_k$ ( $\mu m$ )	143,8

$$5*(c+\Phi/2) \quad 434$$
$$a+\Phi \quad 101$$

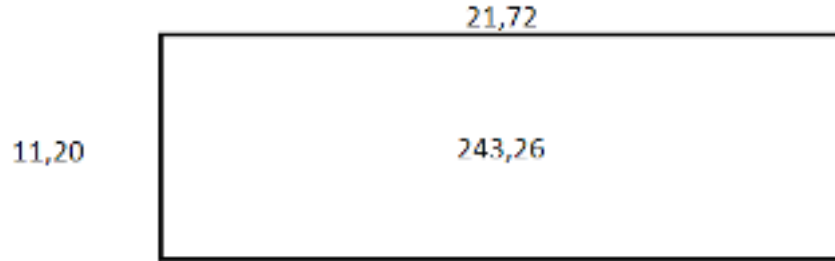
# Vérifications à l'ELS

Disposition des barres:





# 8- Plancher 01-V3



Béton formation C45/55

$L_x/L_y=0,52 \rightarrow 4$  lignes d'appuis simples

Cas calcul d'un panneau de dalle isolé uniformément chargé portant sur 4 côtés :

- $\mu_x=0,0965$
- $\mu_y=0,258$

ELU STR=p	14,48 kN/m <sup>2</sup>
$M_{xx}=\mu_x*L_x^2*p$	175,31 kN.m
$M_{yy}=\mu_y*M_{xx}$	45,23 kN.m
$M_{appui,x}$	26,30 kN.m
$M_{appui,y}$	6,78 kN.m

$$M_{xx}=\mu_x*L_x^2*p$$

$$M_{yy}=\mu_y*M_{xx}$$

$$M_{appui}=0,15*M$$

# 8- Plancher 01-V3

## Calculs surface acier

	Mxx	Myy	Mappui, x	Mappui, y
$\mu$	0,0103	0,00137	0,00155	0,000206
$\alpha$	0,0129	0,00172	0,00193	0,000257
z	0,2238	0,2248	0,2248	0,2250
Ast (m <sup>2</sup> )	0,001800	0,000462	0,000269	0,0000693
Ast (cm <sup>2</sup> )	18,00	4,62	2,69	0,69
Treillis choisis	3 ST60	ST50	ST35	PAF R

Selon NF EN 1992-1-1, longueur de recouvrement pour ST60 : 255mm et pour PAF R : 400mm

# 8- Plancher 01-V3

## Vérifications des contraintes (1)

	Mxx	Myy
X sII (m)	0,0306	0,0117
I II (m4)	0,00113	0,000327
I II (cm4)	112761	32719
M sd,QP (kN.m)	105,31	27,17
M sd,CR (kN.m)	126,50	32,64

# 8- Plancher 01-V3

## Vérifications des contraintes (2)

	Mxx	Myy	Conditions
$\sigma_{c,QP}$ (MPa)	2,86	0,97	<b>&lt;20,25</b>
$\sigma_{c,CR}$ (MPa)	3,43	1,16	<b>&lt;27</b>
$\sigma_{st,QP}$ (MPa)	272,31	265,73	<b>&lt;400</b>
$\sigma_{st,CR}$ (MPa)	327,09	319,18	<b>&lt;400</b>

# 8- Plancher 01-V3

## Vérifications - Limitation de la flèche

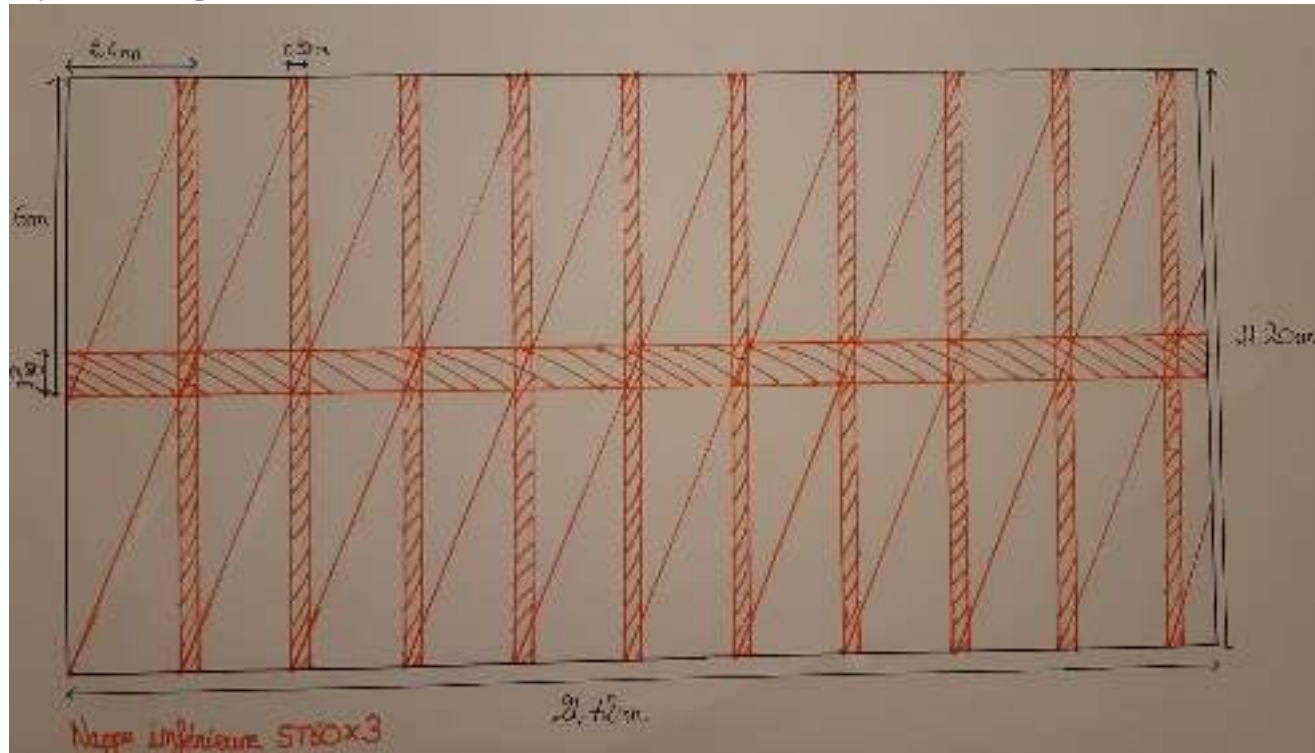
### Vérification flèches

#### Données flèches

X(SI)	0,12595508			alpha_eq	15
I(I)	0,01485075			Ast	0,0018
X(SII)	0,03061402			b	11,2
I(II)	0,00112734			h	0,25
M(CR)	0,45439386	Mn.m		fctm	3,79544699
Ksi	0	95%		fcm	53
f(I)	9,22036872	mm		Ecm	36,2831882
f(II)	121,462797	mm		M0,3Q	0,49534632
f(inst_Msd_QP)	9,22036872	mm	<	86,88	mm
f(diff_Mels_QP)	27,6611062	mm	<	86,88	mm
f(diff_0,3Q)	130,105565	mm	>	43,44	mm

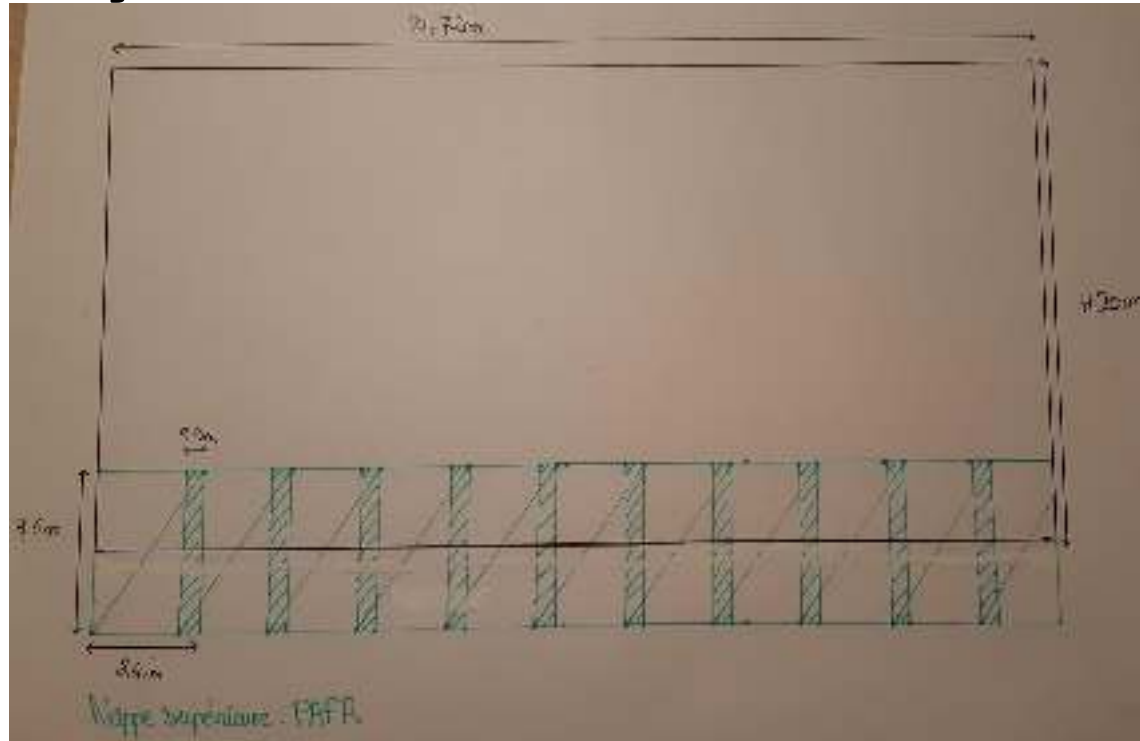
# 8- Plancher 01-V3

## Schémas de ferrailage (1)



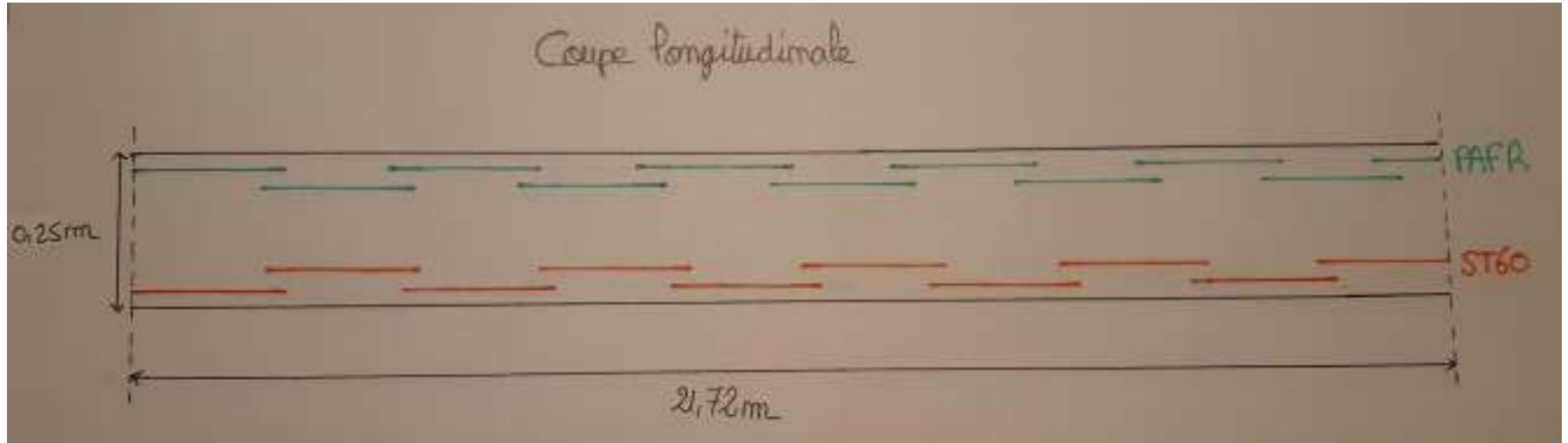
# 8- Plancher 01-V3

## Schémas de ferrailage (2)



# 8- Plancher 01-V3

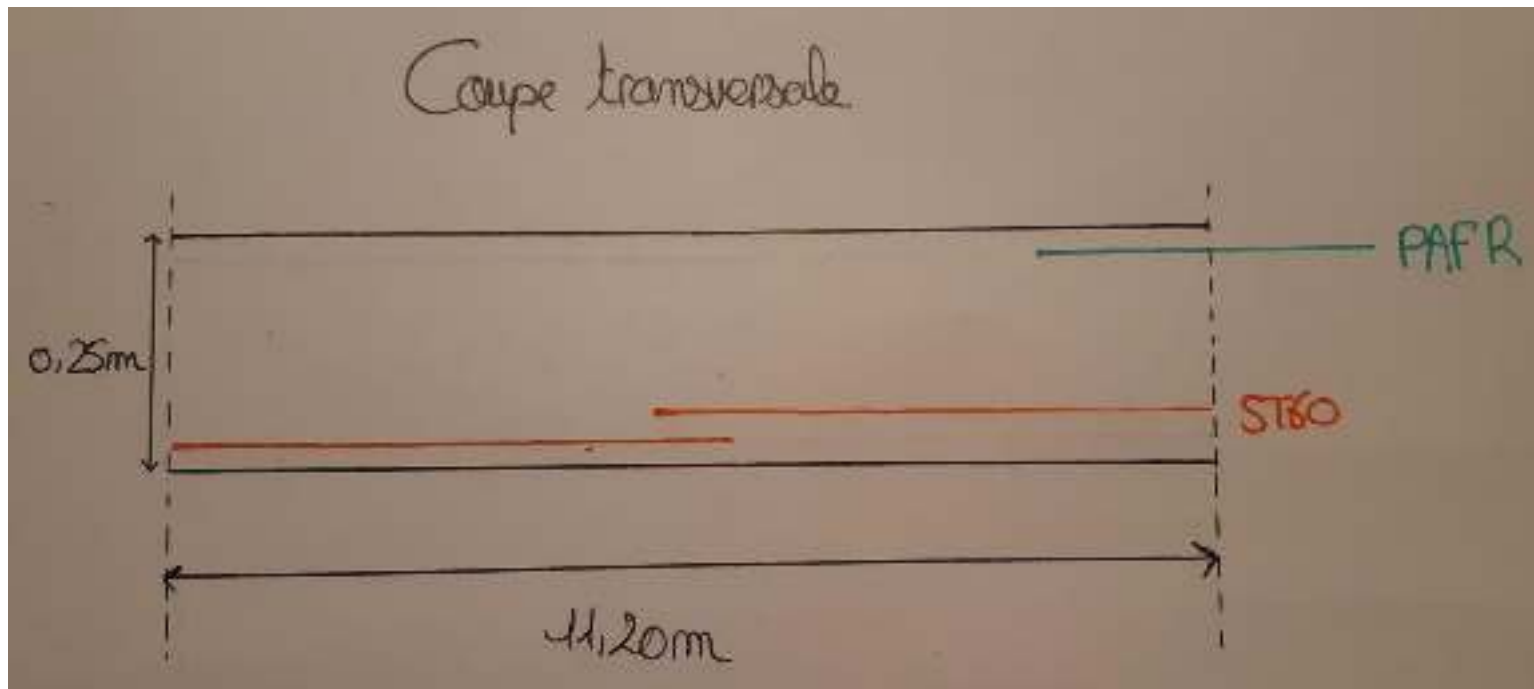
## Schémas de ferrailage (3)





# 8- Plancher 01-V3

## Schémas de ferrailage (4)





MERCI POUR  
VOTRE  
ATTENTION