

Épreuve E4 : ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS
Sous - Épreuve : U 42
ÉLABORATION DE SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

Durée : 4 h

Coefficient : 4

■ **DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS :**

Présentation et descriptif :

pages de 1/16 à 2/16

Travail demandé :

pages de 3/16 à 5/16

Extraits de plans et documentation complémentaire :

- *Document 1* : Plan de fondations et dallage page 6/16
- *Document 2* : Plancher haut du sous-sol page 7/16
- *Document 3* : Dalles alvéolées page 8/16
- *Document 4* : Plancher haut du premier étage et coupel page 9/16
- *Document 5* : Les goujons Titan page 10/16
- *Document 6* : Plancher haut du R.D.C. page 11/16
- *Document 7* : Tableau des armatures et treillis soudé page 12/16
- *Document 8* : Coupe sur le voile V10 (contenue dans **DR4** page 16/16)

Documents réponses (calques A3 horizontal) : à remettre avec la copie

- **DR1** : Coupe 18 page 13/16
- **DR2** : Armatures inférieures page 14/16
- **DR3** : Armatures supérieures page 15/16
- **DR4** : Schéma et actions mécaniques sur le voile V10 page 16/16

■ **BARÈME :**

- **Question I** → 7 points
- **Question II** → 3 points
- **Question III** → 7 points
- **Question IV** → 3 points

☞ Les questions sont indépendantes.

■ **MATÉRIELS ET DOCUMENTS AUTORISÉS :** Règlement B.A.E.L. 99 et calculatrice.

BÂTIMENT : LES CLÉMATITES

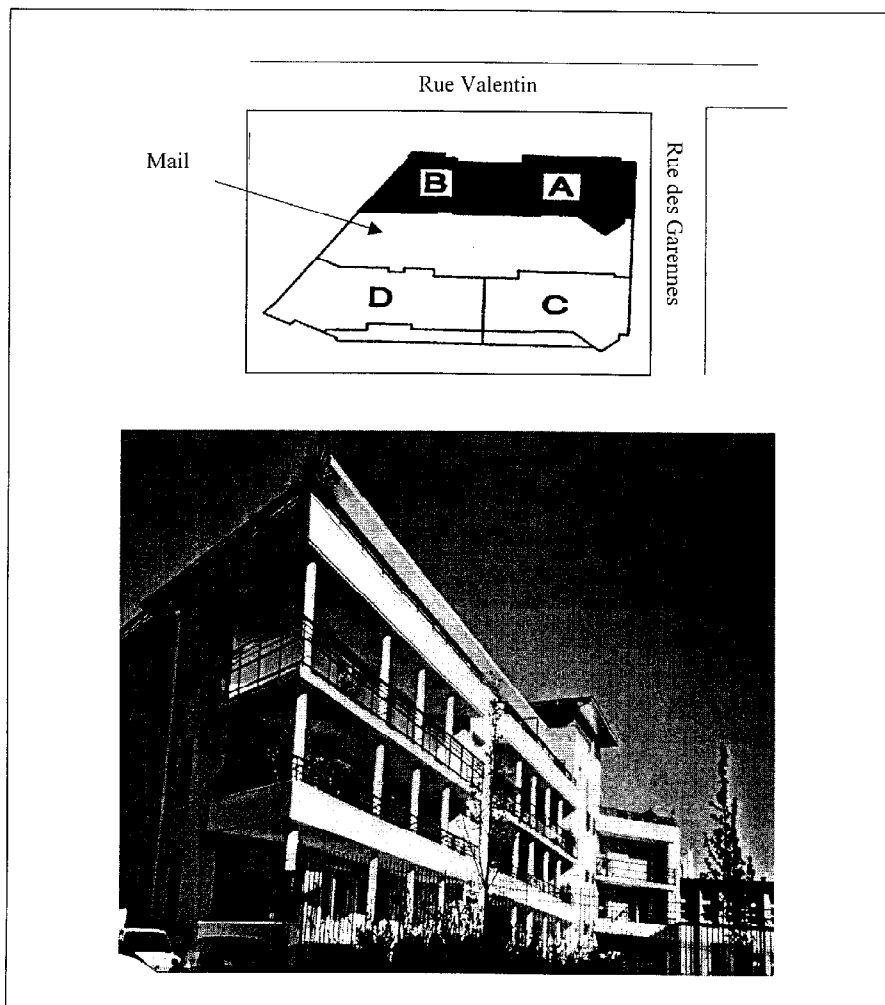
Le thème d'étude repose sur la construction de 71 logements.
Ce projet comporte deux tranches

Tranche 1 : bâtiments A et B

Tranche 2 : bâtiments C et D

Un mail sépare les deux bâtiments.

On s'intéresse à la première tranche et notamment au **bâtiment A**



Le bâtiment A est du type R+3 sur sous-sol réservé aux garages.

Ce bâtiment est bordé par deux rues (Rue Valentin et Rue des Garennes).

Les deux groupes de bâtiments sont reliés par un mail servant de parking et de terrasses jardins.

Un joint de dilatation sépare les différents bâtiments.

Descriptif sommaire

Infrastructure :

Les fondations sont superficielles (semelles isolées et semelles filantes).

Un dallage est prévu dans l'ensemble du sous-sol y compris les rampes d'accès.

La nappe phréatique est à un niveau inférieur à la cote +5.00 m.

Superstructure :

Les porteurs verticaux sont en béton armé (voiles et poteaux).

Les planchers sont réalisés en dalles B.A. coulées sur place et sur prédalles précontraintes dans certaines zones. Le plancher du mail est constitué de dalles alvéolées du type DAL (avec dalle de compression de 5 cm).

Les murs de façade sont en blocs de béton manufacturés de 200 mm d'épaisseur.

Données complémentaires :

Résistance caractéristique du béton : $f_{c28} = 25$ MPa

Armatures et treillis soudés en acier HA : Fe E500, $f_c = 500$ MPa

Poids volumique du béton armé : 25 kN/m^3

Charges d'exploitation : - plancher courant $1,5 \text{ kN/m}^2$

- balcons $3,5 \text{ kN/m}^2$

- plancher mail $2,5 \text{ kN/m}^2$

Enrobage : 3 cm.

Nota : les planchers ont un degré coupe-feu de 2 heures.

TRAVAIL DEMANDÉ

PREMIÈRE PARTIE

Consulter les documents suivants :

- Plancher haut du sous-sol (*document 2, page 7/16*)
- Plans de fondations et dallage (*document 1, page 6/16*)
- Documentation sur les dalles alvéolées (*document 3, page 8/16*).

Une charge permanente de 1 kN/m^2 représentant le revêtement est appliquée sur le plancher en dalle alvéolée (cette action est complémentaire à son poids propre).

On vous demande de :

- 1.1**- Faire un choix de la dalle alvéolée.
- 1.2**- Compléter la coupe 18 sur le **document réponse DR1** (*page 13/16*) entre les niveaux 5,00 et 10,00 m.

Données complémentaires :

- Arase supérieure de la dalle alvéolée : $+8,56 \text{ m}$
- Les dalles alvéolées reposent sur un corbeau de $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$.
Un appui en néoprène de 20 mm d'épaisseur et de 150 mm de largeur est prévu.
- Sur le plancher à la cote $+9,13 \text{ m}$ reposent des dalles sur plois.
- Un muret périphérique en B.A. de 120 mm de large et de 705 mm de hauteur repose sur la dalle alvéolée.

DEUXIÈME PARTIE

Étude de la liaison au niveau des bandes noyées BN 11 et BN 12.

- 2.1**- En vous référant au plan du plancher haut du premier étage et à la coupe 1 (*document 4, page 9/16*), déterminer les charges permanentes et les charges d'exploitation appliquées sur la bande noyée BN11.

Données complémentaires :

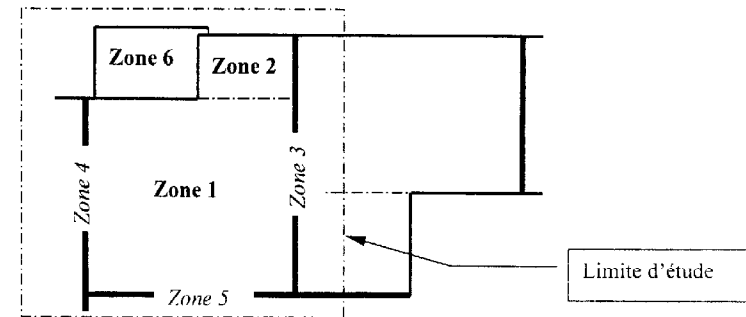
- Le poids propre du garde corps est négligé.
- On considérera que la dalle du balcon est d'épaisseur constante et égale à 18 cm .

- 2.2**- A partir d'un schéma mécanique simplifié (isostatique), évaluer la charge sur le goujon.
Choisir le type de goujon nécessaire (*document 5, page 10/16*).

TROISIÈME PARTIE

Dessin d'armatures sur une zone du plancher haut du Rez-de-Chaussée.

On s'intéresse à une partie du plancher reproduite sur le *document 6, page 11/16*.
Le plan d'armatures sera limité aux zones 1 à 6 définies sur le schéma ci-dessous.



Dessinez les armatures de la partie de plancher :

- Sur le **document réponse DR2** (*page 14/16*) pour les armatures inférieures
 - Sur le **document réponse DR3** (*page 15/16*) pour les armatures supérieures.
- (Dispositions constructives et arrêts de barres : cf. articles B.7.2 et E.1.3 du B.A.E.L.99).

Extrait des résultats de la note de calculs d'armatures :

Zone 1	Armatures inférieures Renfort trémie P	2 ST25. en HA 12 sur chaque coté.
Zone 2	Armatures inférieures	1 ST 20.
Zone 3	Armatures supérieures	1 ST 50 longueur 3,60 m centré sur le voile.
Zone 4	Armatures supérieures	1 ST 60 longueur 3,20 m centré sur le voile.
Zone 5	Armatures supérieures	1 ST 20 longueur 2,70 m centré sur le couloir.
Zone 6	Armatures inférieures Armatures supérieures Armatures supérieures Chaînage	1 ST 25 sur la surface du balcon. fils porteurs parallèles au petit coté 1 ST 25 sur la surface du balcon. fils porteurs parallèles au petit coté. HA 8 longueur 2,30 m espacements 25 cm sur les deux voiles, ancrés de 1,50 m dans le plancher (zone 1 et 2). 2 HA 10 le long des bords libres HA 6 en forme de U, espacements 20 cm

Sur tous les appuis de rives : panneaux ST10 en armatures supérieures
(Consultez le *document 7, page 12/16*).

QUATRIÈME PARTIE

Étude du voile V10.

On s'intéresse au voile V10 du sous-sol, en limite de propriété le long de la rue des Garennnes. Le voile est représenté sur la coupe 27 sur le document 8 et document réponse **DR4**, page 16/16.

Le C.C.T.P. précise les points suivants :

- les poutres de redressement ne sont pas envisagées.
- aucun refend ne permet de reprendre les poussées des terres.

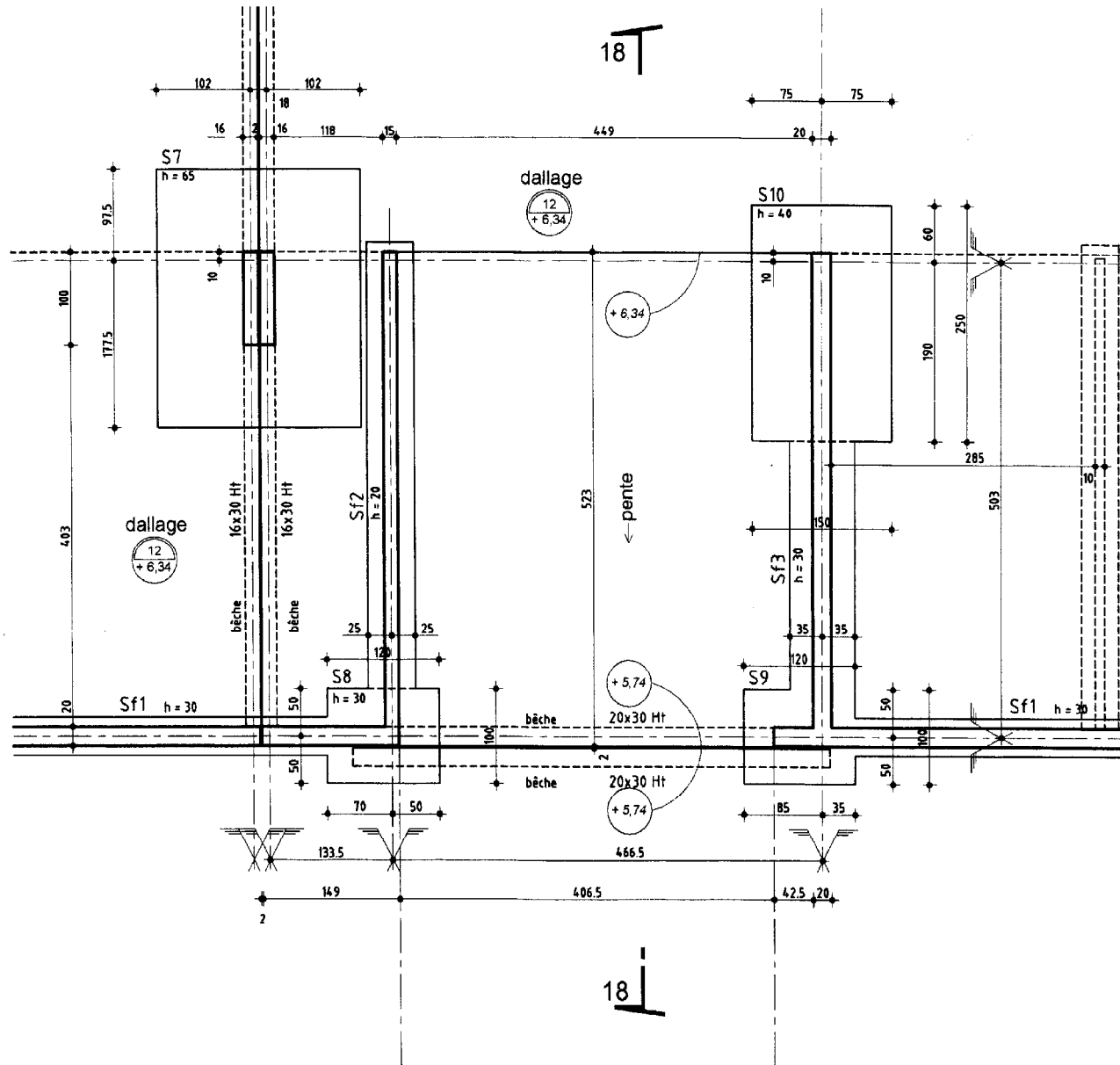
4.1 - Sur le document réponse **DR4** (page 16/16) :

- Donner le schéma mécanique du voile et de sa semelle en phase définitive – Faire figurer les liaisons.
- Représenter les actions mécaniques exercées sur l'ensemble voile et semelle (*aucun calcul n'est demandé*).

4.2 - Proposer sur feuille de copie, un mode opératoire de réalisation du voile et de sa semelle tel que le sol situé sous l'emprise de la rue des Garennnes ne subisse aucun dommage (tassement, glissement...).

PLAN DE FONDATIONS ET DALLAGE (extrait)

échelle 0,02



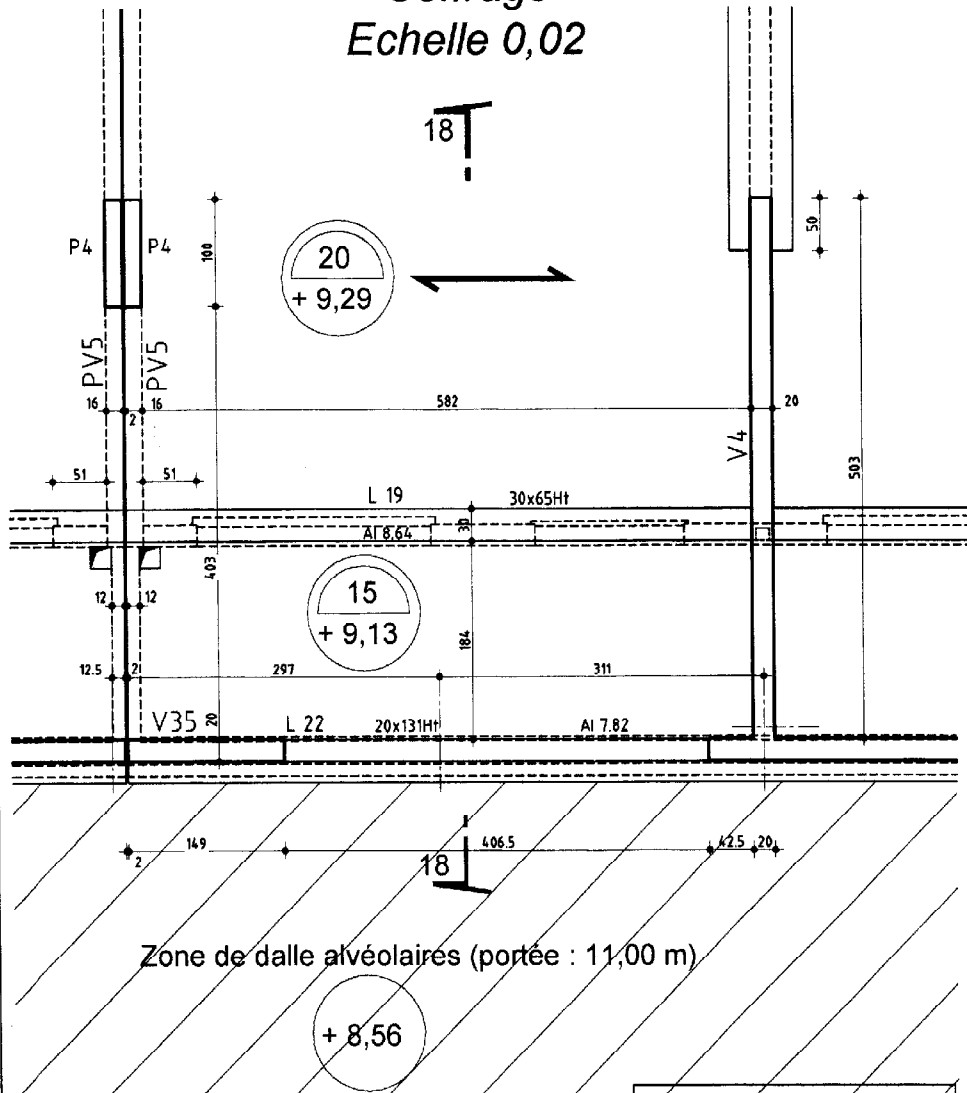
h = hauteur des semelles

Arase supérieure de toutes les semelles : + 5,44

DOCUMENT 1
 échelle 0,02
 cotes en m et cm

PLANCHER HAUT DU SOUS-SOL

Coffrage
Echelle 0,02



DOCUMENT 2

cotes en m et cm
Al : arases inférieures

DOCUMENT 3

Dalles alvéolées

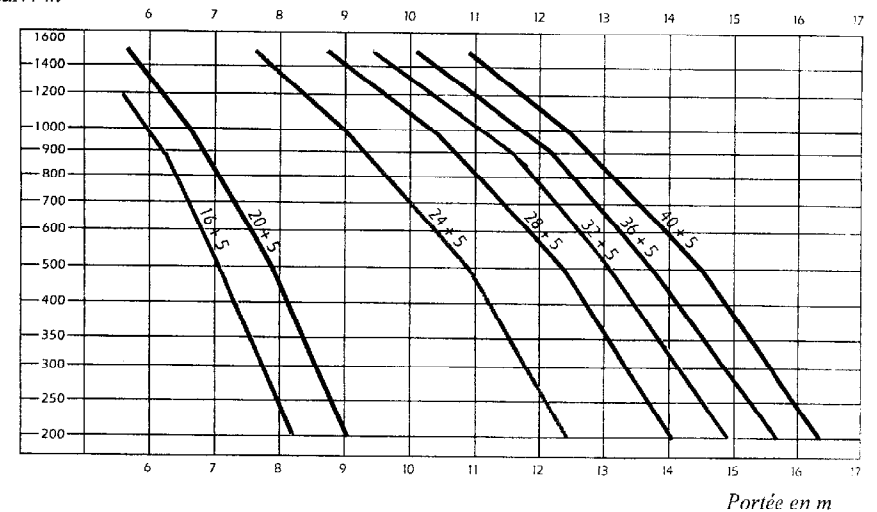
Caractéristiques des dalles alvéolées, type D.A.L. de 1,20 m de largeur
Avec dalle de compression complémentaire de 5 cm rapportée sur chantier

a/ poids propre des dalles alvéolées :

ÉLÉMENT	POIDS PROPRE des dalles alvéolées (y compris la dalle de compression de 5 cm) daN / m ²
DAL 16+5	415
DAL 20+5	463
DAL 24+5	532
DAL 28+5	590
DAL 32+5	635
DAL 36+5	714
DAL 40+5	763

b/ Coupe feu :2h

Charge P
daN / m²

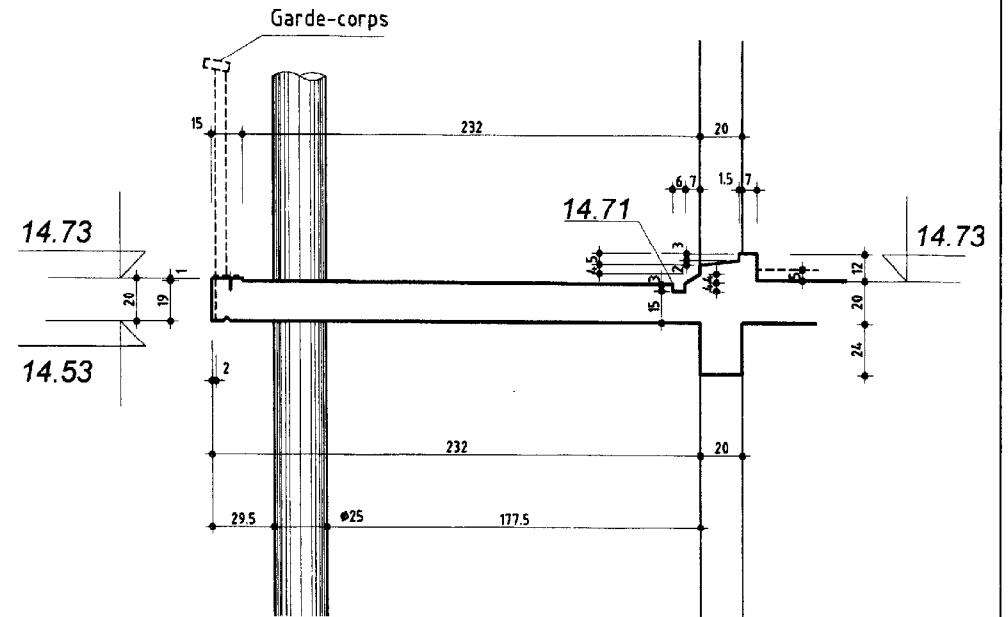
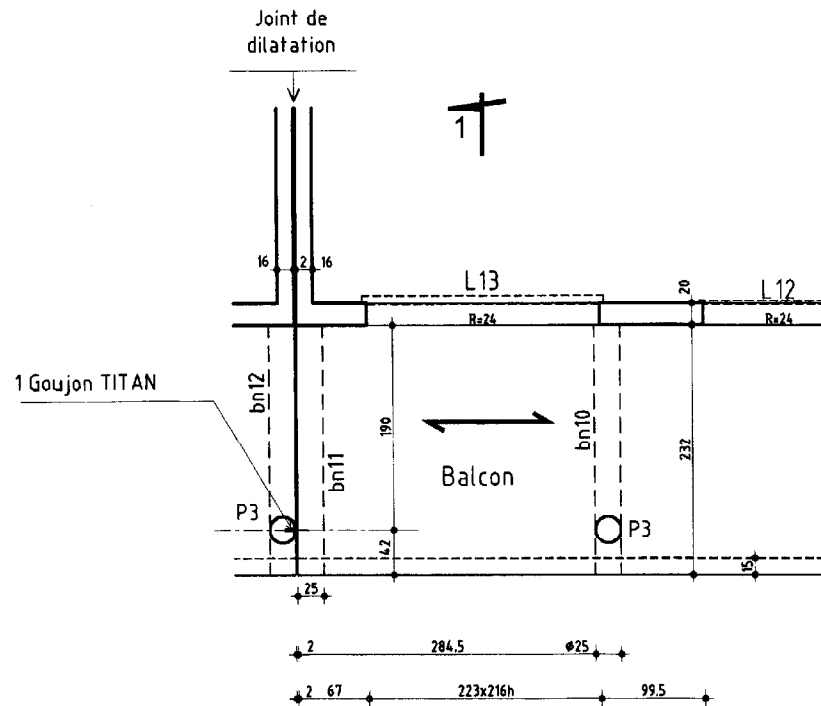


Nota : P représente l'ensemble des charges non pondérées appliquées au plancher
P = charges permanentes + charge d'exploitation

PLANCHER HAUT DU 1er ETAGE
Coffrage
Echelle 0,02

PLANCHER HAUT DU 1er ETAGE
Coupe 1
Echelle 0,04

coupe 1



1

DOCUMENT 4

cotes en m et cm

GOUJON TITAN DEUVEL

D. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

(Résumé de l'avis technique C.S.T.B.)

D1 - Les efforts tranchants VRU renseignés (pages 20-21-22-23-24) sont les valeurs d'utilisation normales et sont à considérer pour des goujons TITAN avec renforts d'armatures intégrés.

Ces efforts tranchants VRU doivent cependant être minorés dans les cas suivants:

- -20% si les renforts d'armatures (n'étant pas des renforts intégrés TITAN) sont fabriqués et posés par le chantier.
- -25% si le goujon est isolé.
- -10% si seulement 2 goujons sont prévus.

D2 - Qualité du béton:

fc28 = 25 et 35 MPa sur cylindre
fc = 30 et 40 N/mm².

D3 - La largeur "a" du joint de dilatation.

Le joint "a" renseigné sur les plans d'exécution doit dans les cas normaux être majoré de:

+ 5 mm; tient compte des actions dues au retrait et aux variations de température.

+10 mm; (ne concerne pas les renforts d'armatures intégrés TITAN).

Dans tous les autres cas, cette majoration est nécessaire, pour compenser l'incertitude du bon positionnement des renforts non intégrés, placés par les ferrailleurs.

+ Ø/2 si aucun des deux éléments reliés par les goujons n'est une dalle.

D4 - Longueur d'ancrage "L" des goujons:

Normale: 6.5 x Ø

Minimale: 5 x Ø

(minorer VRU d'un coefficient $(\frac{L}{6.5 \times \varnothing})^2$)

D5 - Espacement "e" des goujons.

• Espacement maximal autorisé = 8 x épaisseur H de l'élément.

• Si e < 2,5 H (dans le cas de dalles):

- il faut minorer VRU d'un coefficient $\frac{0.4e}{H}$

- ou multiplier la section

des armatures du renfort (TITAN ou adapté) par un coefficient $(2 - \frac{0.4e}{H})^3$

D6 - Hauteur de calcul "H"

La hauteur de calcul est égale au double de la distance au parement le plus rapproché, dans la direction de l'effort.

H cm	Ø mm
15 ≤ H < 18	20 - 22
18 ≤ H < 20	20 - 22 - 25
20 ≤ H < 25	20 - 22 - 25 - 30
H ≥ 25	20 - 22 - 25 - 30 - 40

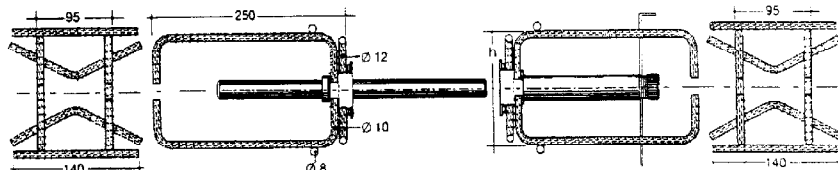
D7 - Le dimensionnement des goujons se fait normalement aux états limites ultimes (E.L.U.). Dans ce cas l'effort résistant VRU doit satisfaire:

VRU ≥ 1,35 G + 1,50 Q

G = l'ensemble des actions permanentes

Q = l'ensemble des actions variables.

Dimensions des renforts d'armature intégrés Ø 20-22-25 mm



DOCUMENT 5

Tableaux des efforts tranchants VRu (kN) E.L.U.

TITAN

H : hauteur de la dalle

Goujons de la gamme G-O

H = 40 cm	fc28 = 25 MPa - (N/mm²)						fc28 = 35 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
G - 20 - O	100.29	71.64	52.79	40.12	32.35	27.11	100.29	71.64	52.79	40.12	32.35	27.11
G - 22 - O	123.60	90.20	68.81	52.56	42.51	35.69	123.60	90.20	68.81	52.56	42.51	35.69
G - 25 - O	163.24	122.43	97.94	75.34	61.21	51.55	163.24	122.43	97.94	75.34	61.21	51.55
G - 30 - O	241.78	188.05	153.86	125.37	102.57	86.79	241.78	188.05	153.86	125.37	102.57	86.79
G - 40 - O	261.78	261.78	261.78	261.78	229.24	195.70	308.89	308.89	308.60	267.45	229.24	195.70

H = 45 cm	fc28 = 25 MPa - (N/mm²)						fc28 = 35 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
G - 20 - O	100.29	71.64	52.79	40.12	32.35	27.11	100.29	71.64	52.79	40.12	32.35	27.11
G - 22 - O	123.60	90.20	68.81	52.56	42.51	35.69	123.60	90.20	68.81	52.56	42.51	35.69
G - 25 - O	163.24	122.43	97.94	75.34	61.21	51.55	163.24	122.43	97.94	75.34	61.21	51.55
G - 30 - O	241.78	188.05	153.86	125.37	102.57	86.79	241.78	188.05	153.86	125.37	102.57	86.79
G - 40 - O	331.31	331.31	308.60	267.45	229.24	195.70	390.94	364.70	308.60	267.45	229.24	195.70

H = 50 cm	fc28 = 25 MPa - (N/mm²)						fc28 = 35 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
G - 20 - O	100.29	71.64	52.79	40.12	32.35	27.11	100.29	71.64	52.79	40.12	32.35	27.11
G - 22 - O	123.60	90.20	68.81	52.56	42.51	35.69	123.60	90.20	68.81	52.56	42.51	35.69
G - 25 - O	163.24	122.43	97.94	75.34	61.21	51.55	163.24	122.43	97.94	75.34	61.21	51.55
G - 30 - O	241.78	188.05	153.86	125.37	102.57	86.79	241.78	188.05	153.86	125.37	102.57	86.79
G - 40 - O	409.03	364.70	308.60	267.45	229.24	195.70	445.75	364.70	308.60	267.45	229.24	195.70

Goujons de la gamme G-1

H > 15 cm	fc28 = 20 MPa - (N/mm²)						fc28 = 25 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
G - 20 - 1	30.22	21.58	15.90	12.09	9.75	8.17	30.22	21.58	15.90	12.09	9.75	8.17
G - 22 - 1	33.50	27.17	20.73	15.83	12.81	10.75	36.81	27.17	20.73	15.83	12.81	10.75

Goujons de la gamme I

H = 15 cm	fc28 = 20 MPa - (N/mm²)						fc28 = 25 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
I - 20 - 0	36.81	36.81	36.81	36.81	32.35	27.11	43.44	43.44	43.44	40.12	32.35	27.11
I - 22 - 0	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81	35.69	43.44	43.44	43.44	43.44	42.51	35.69

H = 16 cm	fc28 = 20 MPa - (N/mm²)						fc28 = 25 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
I - 20 - 0	41.88	41.88	41.88	40.12	32.35	27.11	49.42	49.42	49.42	40.12	32.35	27.11
I - 22 - 0	41.88	41.88	41.88	41.88	41.88	35.69	49.42	49.42	49.42	49.42	42.51	35.69

H = 17 cm	fc28 = 20 MPa - (N/mm²)						fc28 = 25 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
I - 20 - 0	47.28	47.22	47.22	40.12	32.35	27.11	55.79	55.79	52.79	40.12	32.35	27.11
I - 22 - 0	47.28	47.28	47.28	47.28	42.51	35.69	55.79	55.79	5.79	52.56	42.51	35.69

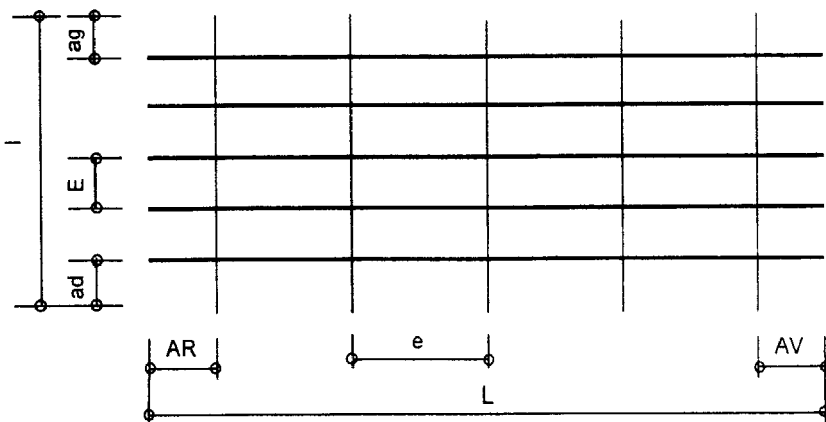
H = 18 cm	fc28 = 20 MPa - (N/mm²)						fc28 = 25 MPa - (N/mm²)					
a mm	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
I - 20 - 0	53.01	53.01	52.79	40.12	32.35	27.11	62.55	62.55	52.79	40.12	32.35	27.11
I - 22 - 0	53.01	53.01	53.01	52.56	42.51	35.69	62.55	62.55	62.55	52.56	42.51	35.69
I - 25 - 0	53.01	53.01	53.01	53.01	53.01	51.55	62.55	62.55	62.55	62.55	61.21	51.55

DOCUMENT 7

TREILLIS SOUDÉS

TREILLIS DE STRUCTURE (NF A 35-016)

Désignation ADETS	Section S cm ² /m	S s cm ² /m	E e mm	D d mm	Abouts AV AR ad ag mm / mm	Nombre de fils N n	Longueur Largeur m	Masse nominale kg/m ²	Surface 1 rouleau ou 1 panneau m ²	Masse 1 rouleau ou 1 panneau kg
ST 10	1,19	1,19 1,19	200 200	5,5 5,5	100 / 100 100 / 100	12 24	4,80 2,40	1,870	11,52	21,54
ST 20	1,88	1,88 1,28	150 300	6 7	150 / 150 75 / 75	16 20	6,00 2,40	2,487	14,40	35,81
ST 25	2,57	2,57 1,28	150 300	7 7	150 / 150 75 / 75	16 20	6,00 2,40	3,020	14,40	43,49
ST 30	2,83	2,83 1,28	100 300	6 7	150 / 150 50 / 50	24 20	6,00 2,40	3,226	14,40	46,46
ST 35	3,85	3,85 1,28	100 300	7 7	150 / 150 50 / 50	24 20	6,00 2,40	4,026	14,40	57,98
ST 45	4,24	4,24 1,68	150 300	9 8	150 / 150 75 / 75	16 20	6,00 2,40	4,643	14,40	66,86
ST 50	5,03	5,03 1,68	100 300	8 8	150 / 150 50 / 50	24 20	6,00 2,40	5,267	14,40	75,84
ST 60	6,36	6,36 2,51	100 200	9 8	100 / 100 50 / 50	24 30	6,00 2,40	6,965	14,40	100,3
ST 25 C	2,57	2,57 2,57	150 150	7 7	75 / 75 75 / 75	16 40	6,00 2,40	4,026	14,40	57,98
ST 40 C	3,85	3,85 3,85	100 100	7 7	50 / 50 50 / 50	24 60	6,00 2,40	6,040	14,40	86,98
ST 65 C	6,36	6,36 6,36	100 100	9 9	50 / 50 50 / 50	24 60	6,00 2,40	9,980	14,40	143,71



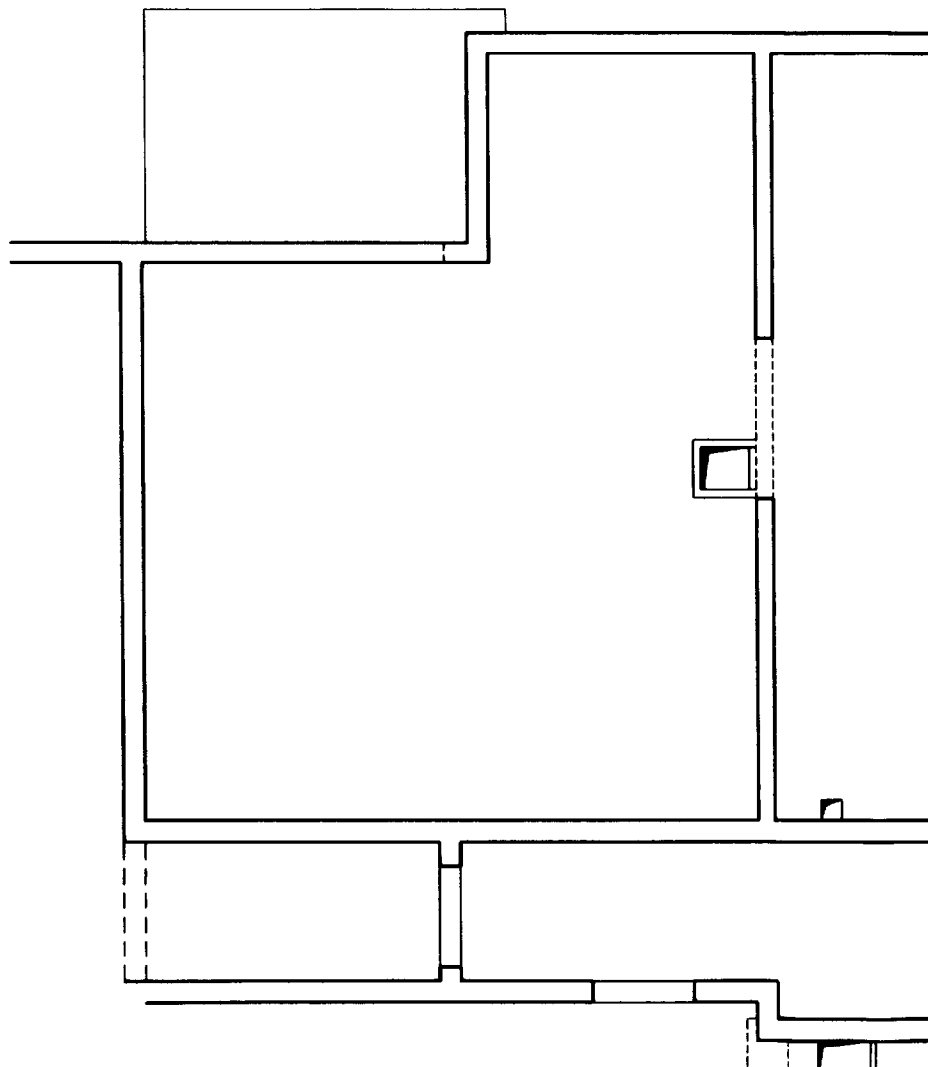
L : Longueur du panneau
 L : Largeur unique 2,40 m
 D : Diamètre fil le plus long
 d : Diamètre fil le plus court
 E : Espacement fil le plus long
 e : Espacement fil le plus court

ARMATURES

TABLEAU DES SECTIONS (cm²)

Ø (mm)	1 Ø	2 Ø	3 Ø	4 Ø	5 Ø	6 Ø	7 Ø	8 Ø	9 Ø	10 Ø
6	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

PLANCHER HAUT DU RDC - Armatures inférieures

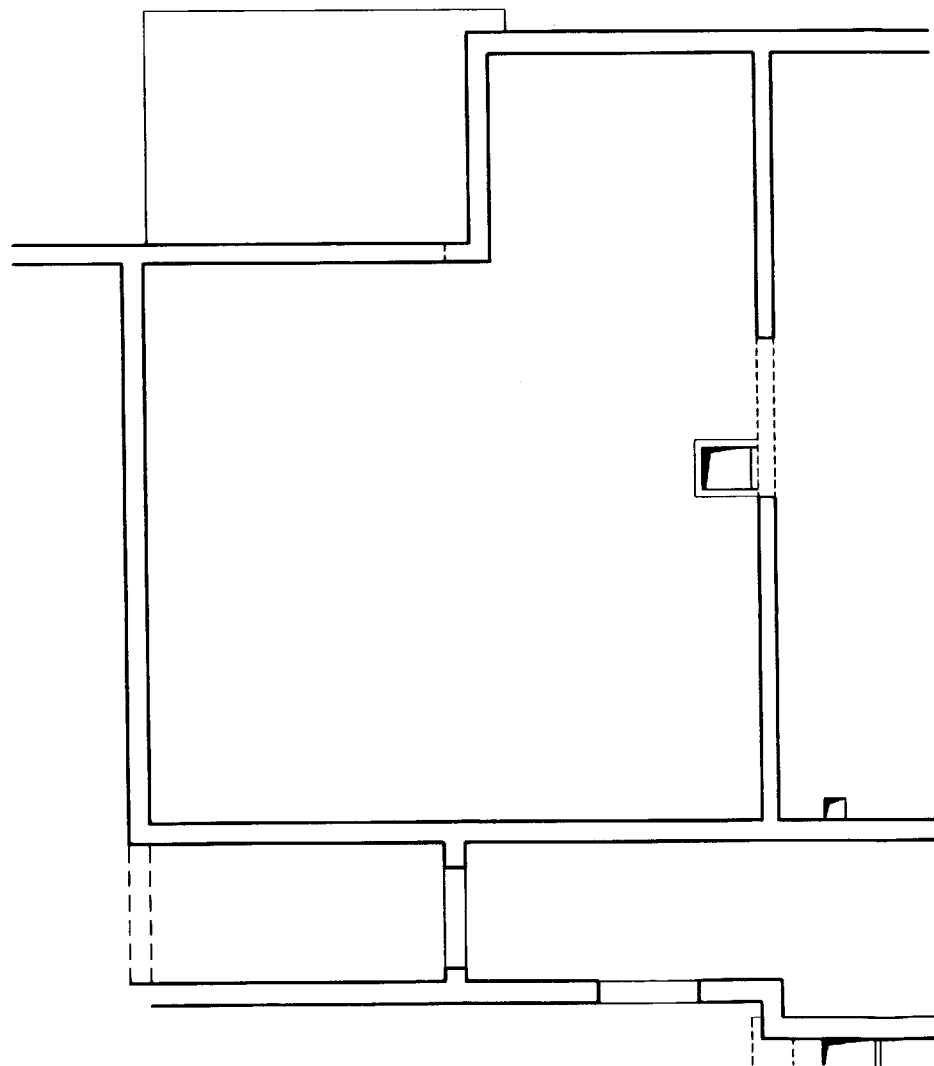


Nomenclature des treillis soudés

Repère	Type	Nombre	Dimensions utiles

DR 2
échelle 0,02

PLANCHER HAUT DU RDC - Armatures supérieures



Nomenclature des treillis soudés

Repère	Type	Nombre	Dimensions utiles

DR 3
échelle 0,02

