

Brevet de Technicien Supérieur

BÂTIMENT

Session 2004

EPREUVE E 4
Etude des Constructions

Elaboration de solutions constructives
(Sous-épreuve U 4-2)

Thème support : BATIMENT DE BUREAUX

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Ce sujet contient 3 dossiers :

- **Dossier technique** pages 1/15 à 10/15
- **Travail demandé** pages 11/15 et 12/15
- **Documents réponses** pages 13/15 à 15/15

(Toutes les pages sont des formats A3)

Barème :

Partie A : 7 points

Partie B : 5 points

Partie C : 5 points

Partie D : 3 points

Matériels autorisés : calculatrice , matériel courant de dessin

Document autorisé : règlement B.A.E.L.

Brevet de Technicien Supérieur

BÂTIMENT

Session 2004

Elaboration de solutions constructives (Sous-épreuve U 4-2)

Dossier technique

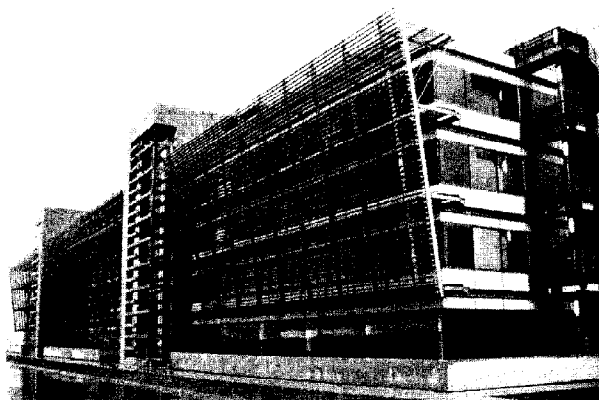
Ce dossier comporte 10 pages (pages 1/15 à 10/15)

- Présentation page 1/15
- Plans d'architecte pages 2/15 et 3/15
- Extraits de plans d'exécution d'ouvrages de la zone 1 :
 - plan de coffrage PH R+1 page 4/15
 - plan de coffrage PH RdC page 5/15
 - plan de coffrage PH sous-sol page 6/15
 - plan de coffrage fondations-dallage page 7/15
- Extraits de plans d'exécution d'ouvrages de la zone 2 :
 - cage d'escalier niveau haut du sous-sol page 8/15
 - voile préfabriqué M5 page 8/15
 - coupe AA page 9/15
 - élévations 11 et 22 page 9/15
- Documentation technique :
 - armatures en attente : système START page 10/15
 - scellement d'armatures : système EPCON page 10/15
 - ancres de levage : système DEHA page 10/15

PRESENTATION

Le dossier étudié concerne la réalisation d'un bâtiment pour une chambre de commerce et d'industrie.

Cet ensemble immobilier comporte 3 niveaux de bureaux surmontés d'un attique, posés sur un étage inférieur double hauteur, destiné à un hall d'accueil pour le public.

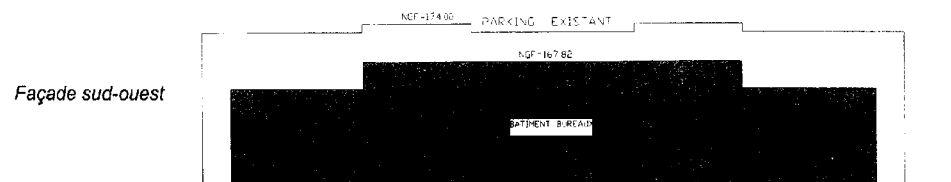


Dimensions : 114 m x 17 m avec symétrie axiale.

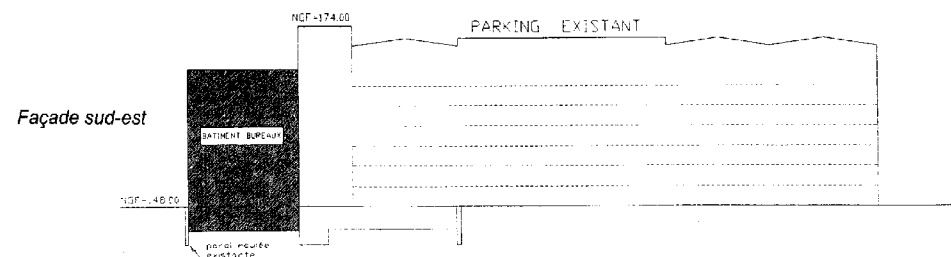
Nombre de niveaux en élévation : R+4 (hauteur d'environ 20 m)

Nombre de niveaux en infrastructure : 1 (hauteur d'environ 4 m)

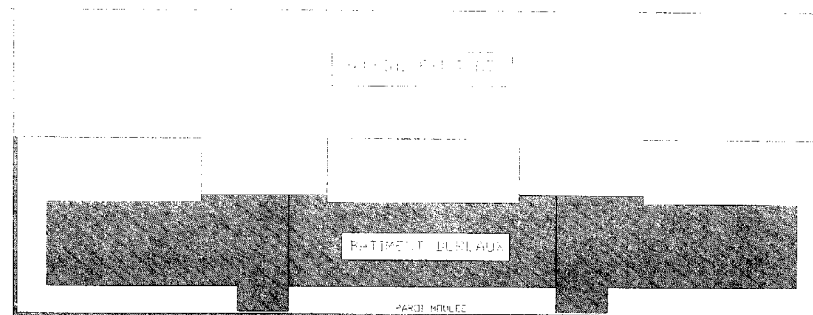
Cette réalisation est la 2^{ème} tranche d'un projet comprenant aussi un immeuble de parkings de 8 niveaux.



Le bâtiment de bureaux étudié vient s'accoler au parking existant.



Une paroi moulée a été réalisée en périphérie de l'ensemble du projet lors de la construction du parking.



PRINCIPES CONSTRUCTIFS :

Fondations :

- superficielles
- multipieux pour reprendre les efforts horizontaux engendrés par la paroi moulée

Système de structure :

- poteaux / poutres / voiles / dalles avec prédalles précontraintes ou coulées en place ou dalles alvéolées / charpente métallique
- portée maximale : dalles alvéolées 11,3 m

Couverture/Etanchéité :

- bac / isolant / étanchéité
- béton / isolant / étanchéité

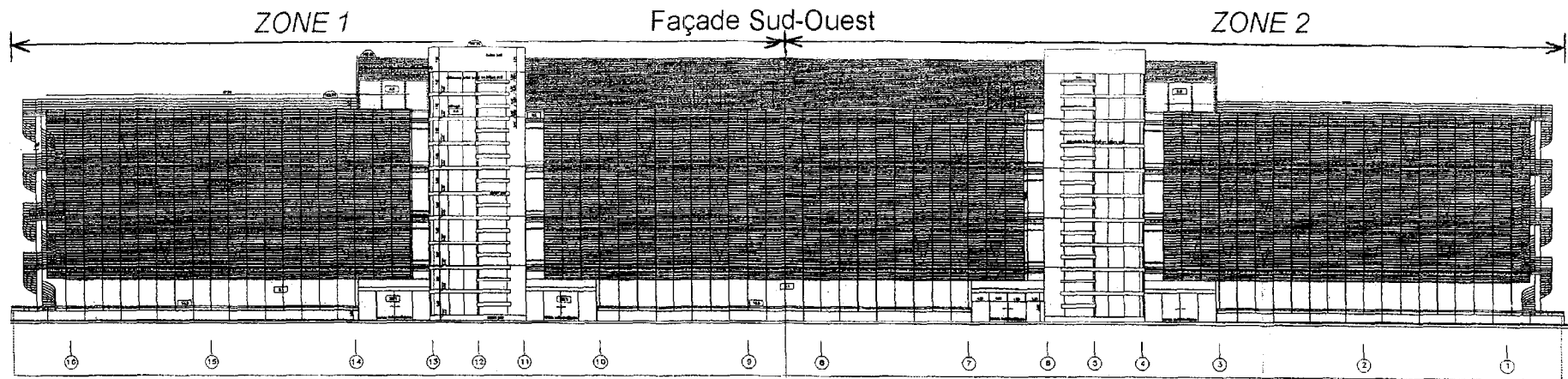
DESCRIPTIF SOMMAIRE DES OUVRAGES

Infrastructure :

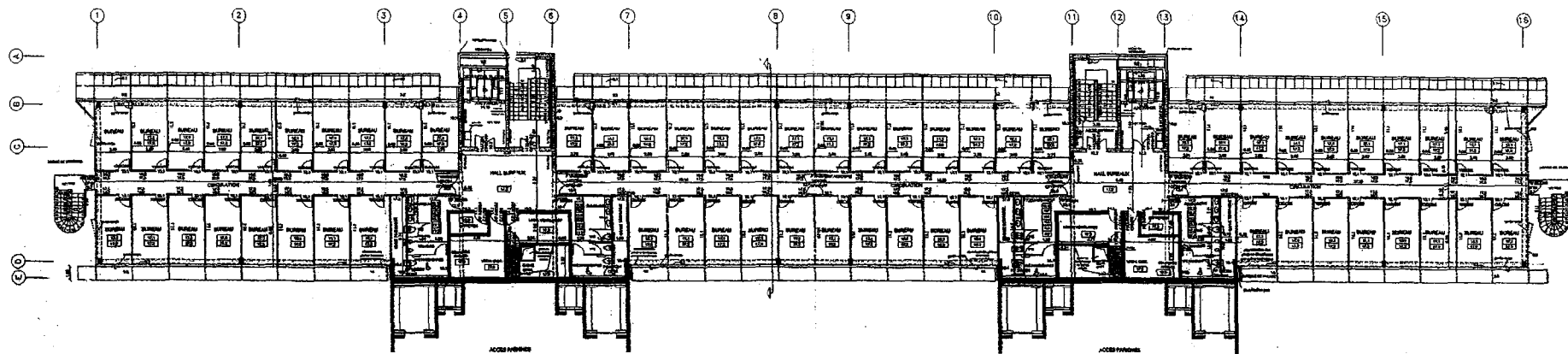
- Dallage au sol d'une épaisseur de 12 cm sur graves calcaires d'une épaisseur de 0,30m
- Cunette de récupération des eaux d'infiltration au droit des joints de la paroi moulée
- Parement en béton projeté en traitement de finition de la paroi moulée existante
- Poutre de couronnement de paroi moulée
- Voiles et radier en béton armé B25 pour fosse d'ascenseur

Superstructure :

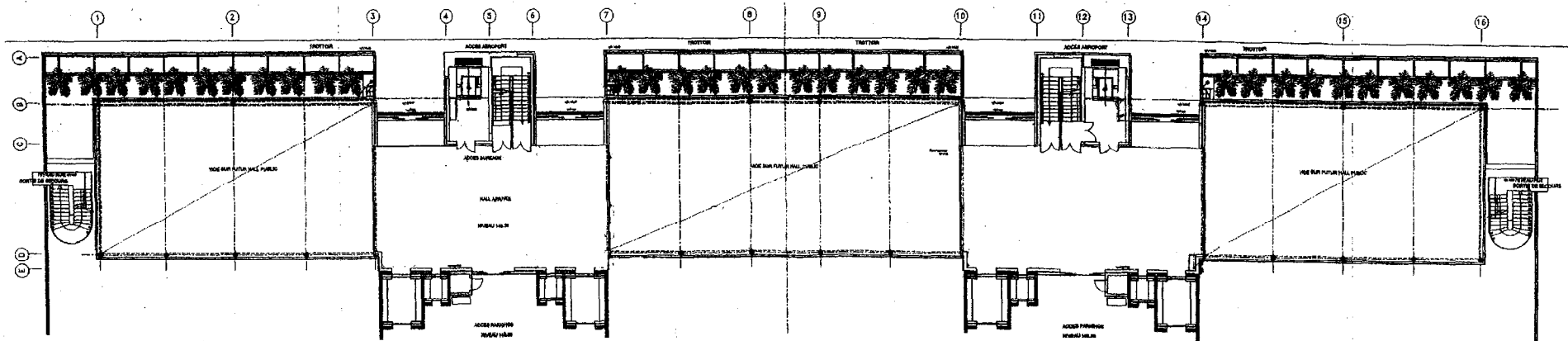
- Voiles béton armé B25 toute hauteur non-traités en béton poli
- Poteaux du sous-sol et RdC en B40 ; poteaux des étages en B25
- Poutres béton armé B25 toute hauteur
- Poutres préfabriquées précontraintes
- Appuis glissants en reprise ponctuelle d'appuis de poutre de façade, sur les joints de dilatation
- Plancher béton armé réalisé avec prédalles précontraintes
- Plancher béton armé B25
- Plancher à dalles alvéolées de 32 cm comprenant une dalle collaborante de 5 cm
- Maçonnerie en BBM creux
- Escaliers : marches, contre marches et paliers traités en béton poli, y compris sous-face de paillasse
- Eléments préfabriqués pour voiles porteurs en béton poli (murs d'échiffre des escaliers d'issues de secours sur pignons, voiles extérieurs de la cage d'escalier et d'ascenseur de 0,30 m plein ou 0,40 m d'épaisseur avec fourrure polystyrène)
- Eléments préfabriqués pour voiles porteurs en béton non poli (voile séparatif des gaines escalier et ascenseur)
- Eléments préfabriqués de vêtue et d'habillage des voiles coulés en place.
- Protections solaires comprenant notamment une grille support et des barreaux en terre cuite en façade sud-ouest



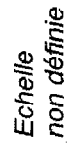
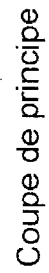
Niveau R+2 (étage courant)



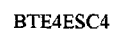
Niveau RdC



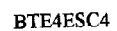
Echelle non définie



Légende: voir PH sous-sol



Légende: voir PH sous-sol



Détail

paroi moule
existante $A_x: -0.80$

PC1b (75x50ht)
Ag: -0.30







Ans: $-0,36$

A1b (20x1.00ht)

A2b (20x1.23ht)

P4-050

Unités : m (sauf section poutre en cm)

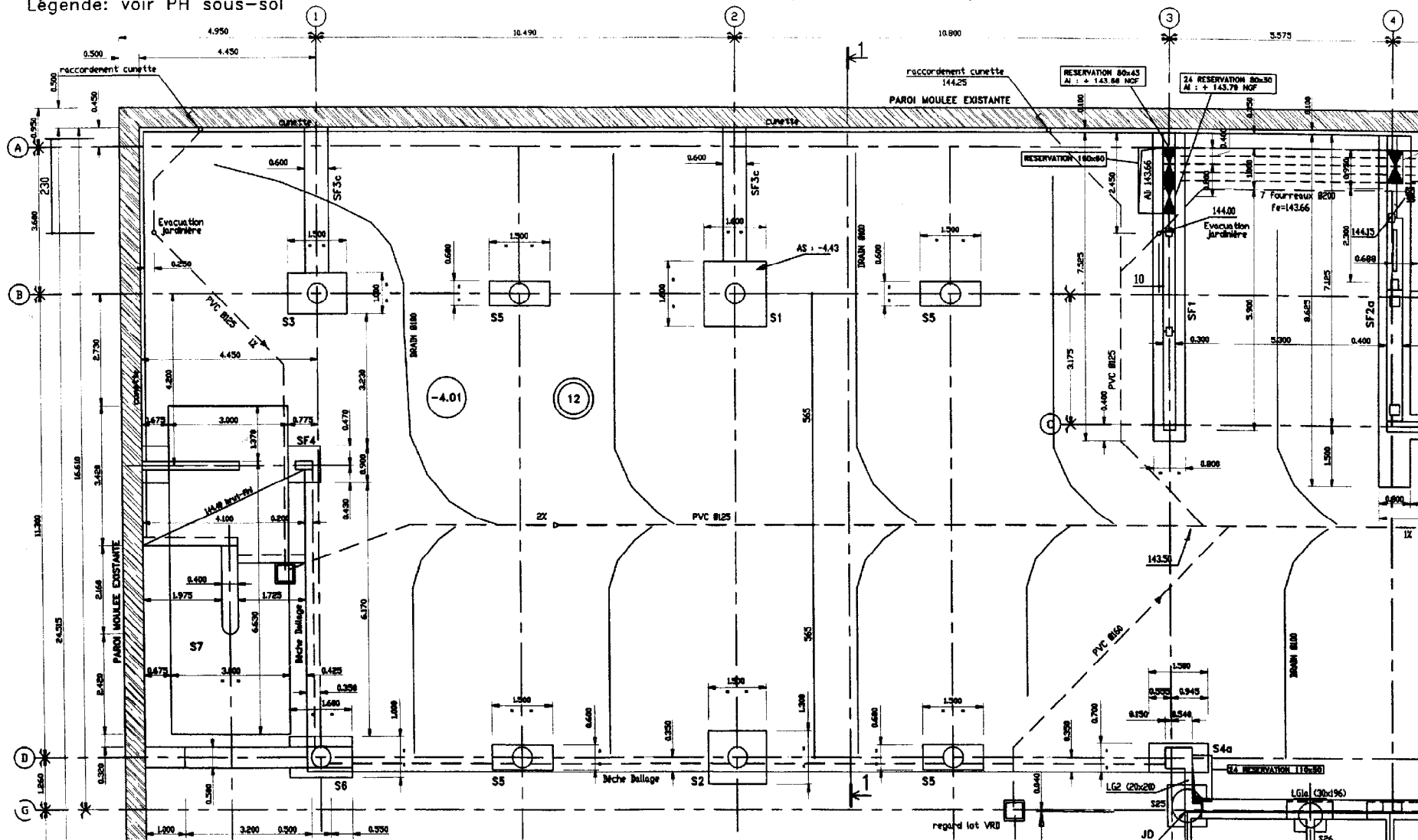
-  Béton poli
-  Mur Banqué
-  Mur Béton Cellulaire
-  Mur Existant
-  Paroi Moulée Existante
-  Mur Agglos Creux

VIDE

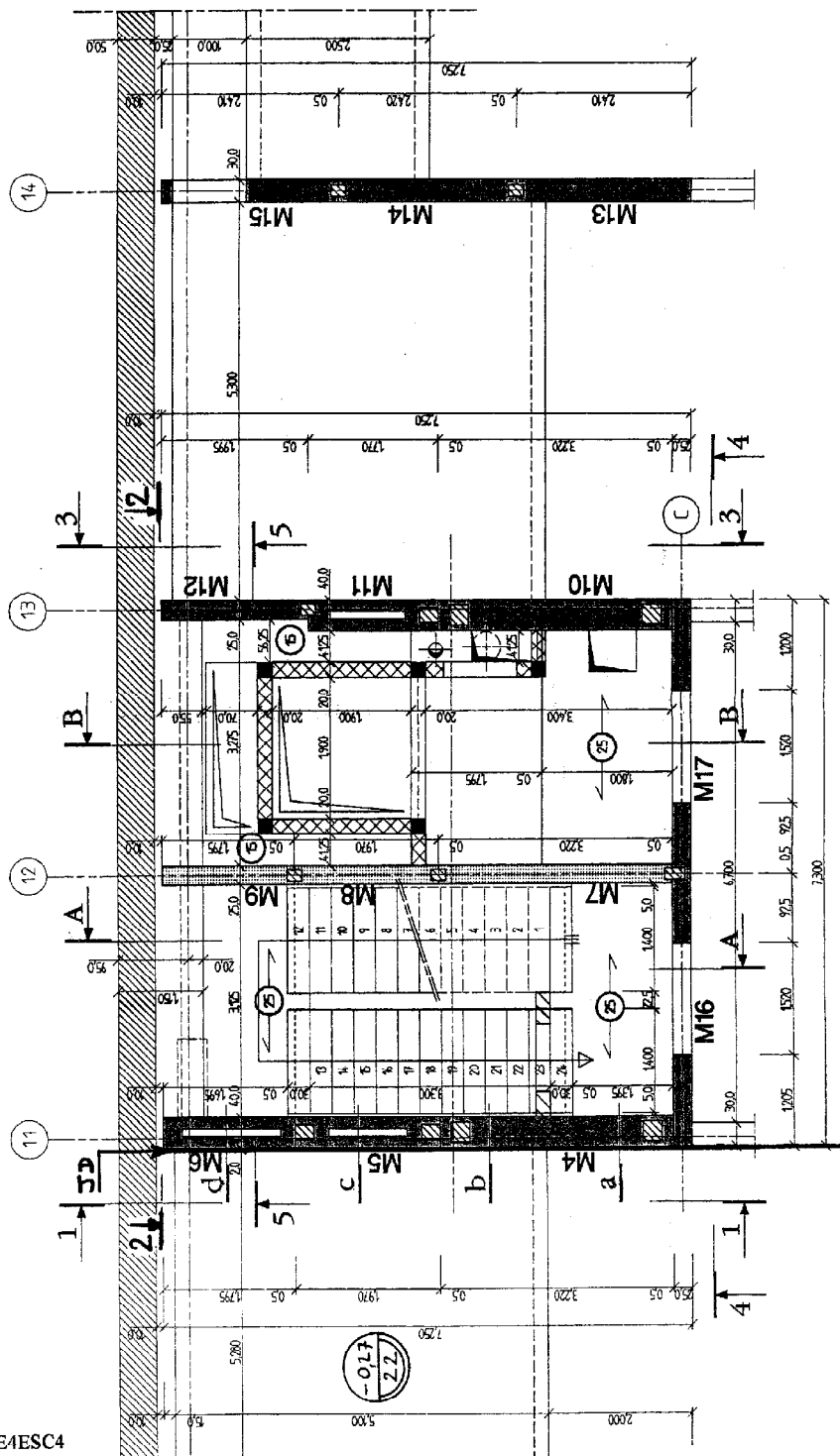
BTE4ESC4

Fondations - dallage (zone 1) Ech : 1/100 Unités : cm , m

Légende: voir PH sous-sol

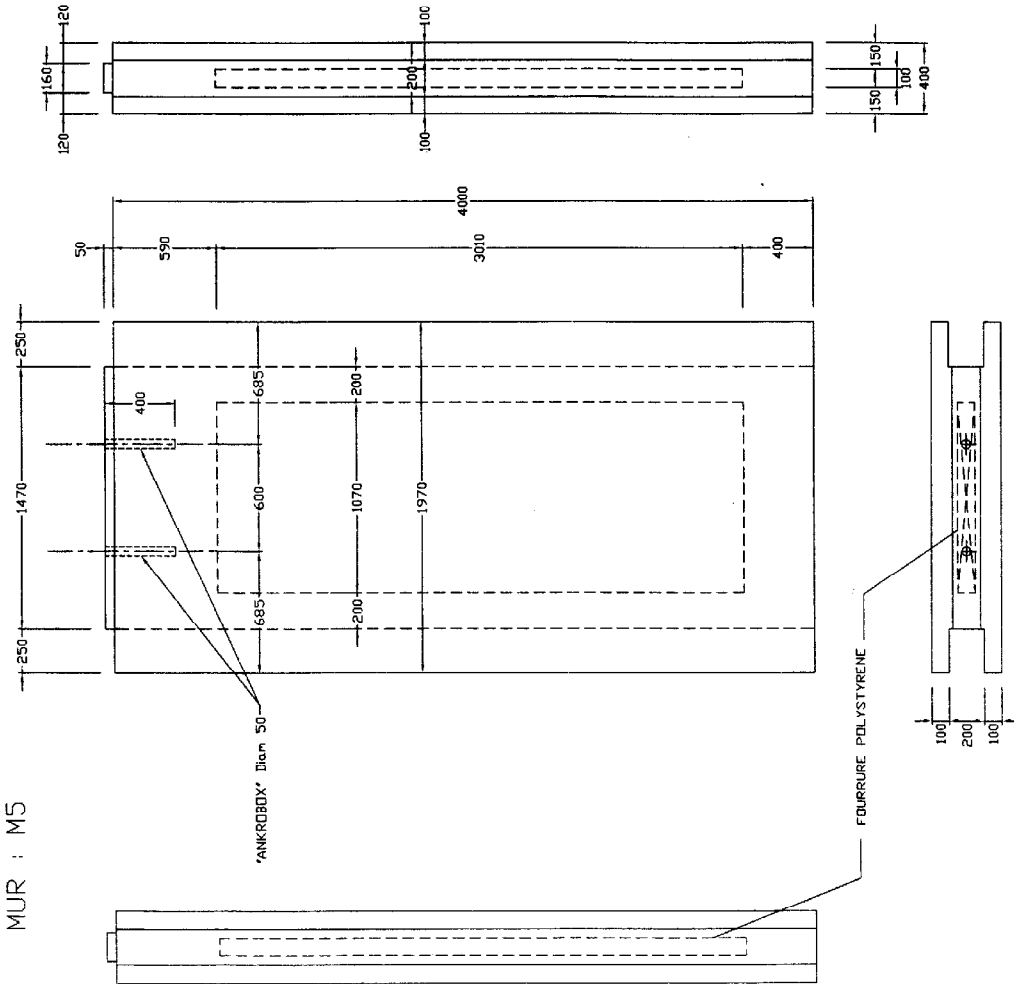


CAGE D'ESCALIER niveau haut du sous-sol



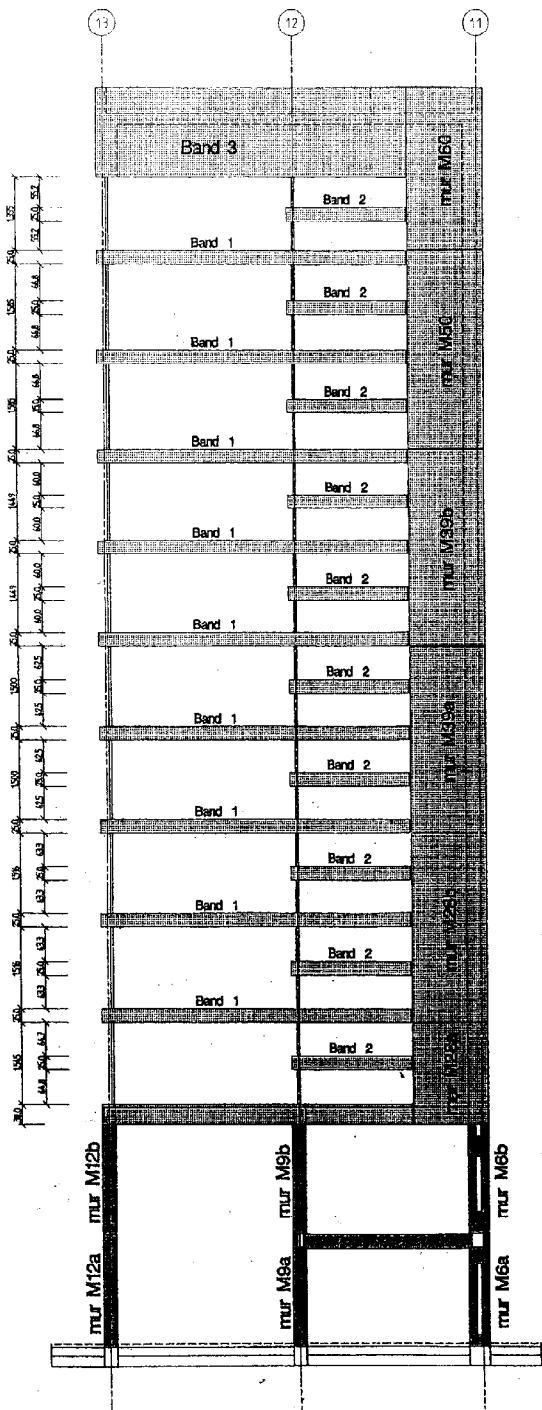
Unités : m , cm
Echelle non définie

MUR : M5

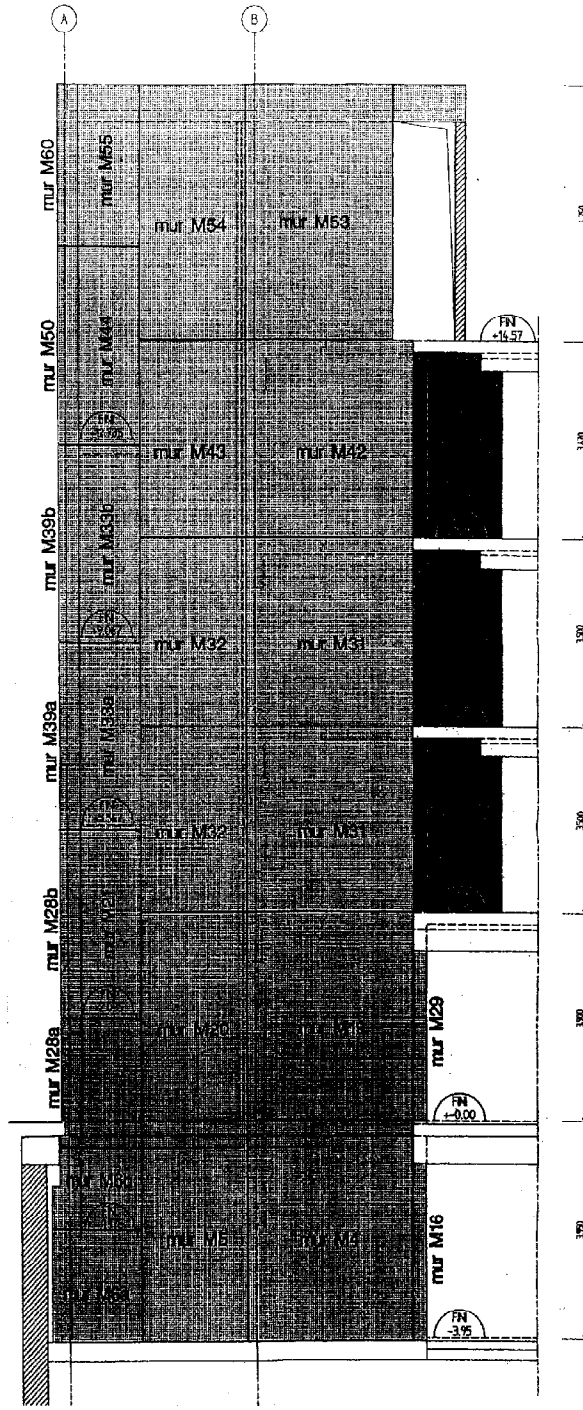


Echelle non définie

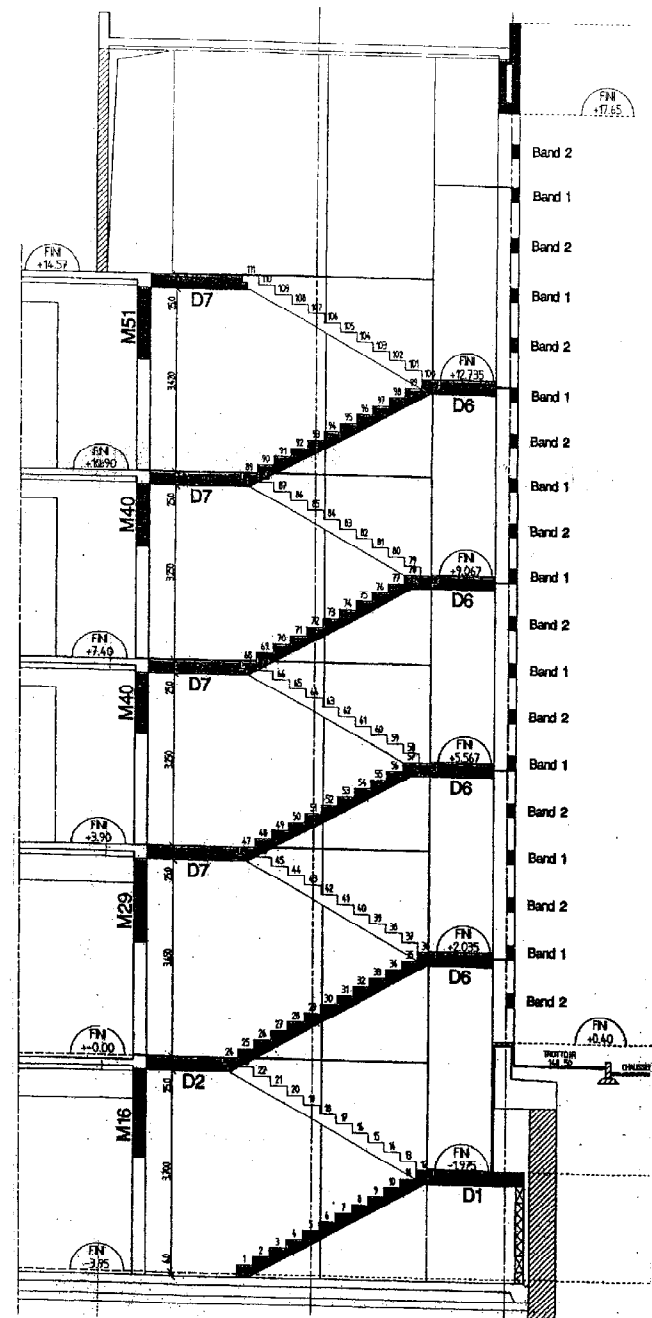
Elévation 2.2



Elévation 1.1



Coupe AA



Echelle non définie
page 9 /15

scellement d'armatures : système EPCON

PREPARATION

Pour un trou en fonction du diamètre voulu dans les tableaux de dimensionnement des ancrages. Le perçage est possible à condition de déterminer la position des armatures pour éviter de les couper.

Brosser soigneusement les parois du perçage avec un accessoire métallique.

Souffler les poussières hors du perçage.

TRÈS IMPORTANT

Nota : il est aussi possible de nettoyer le perçage à l'eau sous pression.

INJECTION

Injecter à partir du fond du trou en remontant progressivement jusqu'au remplissage à 60% du plus du forage.

Insérer à la main par un mouvement alternatif le fer à béton jusqu'en fond de trou, dans le produit au grès, ou hydraulique.

Vérifier le bon remplissage (absence de bulle d'air), l'excédent de mélange doit se séparer au bord de l'ancrage.

Attendre le durcissement de la résine avant d'appliquer la charge (voir tableau page 3).

ANCRAGES D'ARMATURES EN ACIER POUR BETON



APPLICATIONS

- Reprise de fers.
- Ancrage de fers sur parois moulées.

REGLES DE DIMENSIONNEMENT DES ANCRAGES D'ARMATURES EN ACIER POUR BETONS SELON LES REGLES BAEL 91

La profondeur d'ancrage (l_s) en mm est donnée dans l'égalité :

$$l_s = \frac{\text{charge limite ultime}}{3,69 \cdot \sigma_t \cdot f_{tj}}$$

σ_t = diamètre du trou

f_{tj} = résistance du béton à la traction en N/mm²

k28 (MPa)	f_t (MPa)
20	1.8
23	2.0
25	2.1
30	2.4
35	2.7
40	3.0
45	3.3

Limites de cette formule :

Le diamètre de forage ne pourra pas excéder trois fois le diamètre nominal du Fer à béton : $\sigma_t \leq 3 \cdot \phi$ Fer béton.

La profondeur d'ancrage utile devra être $\geq 12,5$ fois le diamètre du Fer à béton sans réduction de la charge limite ultime et ≥ 10 fois le ϕ pour une réduction de cette charge de 20%.

La profondeur d'ancrage maxi sera limitée à 900 mm.

En aucun cas on ne pourra dépasser 2 cartouches par scellement.

FIXATIONS FER HA F₀ E500 AVEC EPCON DANS BETON 25 MPA

Diam. Fer (mm)	Diam. Trou (mm) ϕ_t	Béton f ₂₈ (MPa)	Ch. ultime (daN)	Prof. trou (mm) l_s	Calculs théoriques Vol. (cm ³)	Nbre scellement
8	10	2.1	2185	7	8.0	62.7
8	12	2.1	2185	235	14.8	33.9
8	16	2.1	2185	176	26.6	18.8
8	20	2.1	2185	141	37.2	13.4
8	24	2.1	2185	118	47.3	10.6
10	12	2.1	3415	367	12.7	39.4
10	16	2.1	3415	275	33.7	14.8
10	20	2.1	3415	220	51.9	9.6
10	26	2.1	3415	169	76.7	6.5
10	30	2.1	3415	147	92.3	5.4
12	15	2.1	4917	423	26.9	18.6
12	18	2.1	4917	353	49.8	10.0
12	24	2.1	4917	264	89.7	5.6
12	32	2.1	4917	198	137.1	3.6
12	36	2.1	4917	181	153.9	3.2
14	18	2.1	6693	480	48.2	10.4
14	24	2.1	6693	360	107.4	4.7
14	30	2.1	6693	288	159.2	3.1
14	36	2.1	6693	247	199.4	2.5
14	40	2.1	6693	216	238.1	2.1
16	20	2.1	8742	564	63.8	7.8
16	24	2.1	8742	470	118.1	4.2
16	30	2.1	8742	376	190.2	2.6
16	40	2.1	8742	282	297.7	1.7
16	50	2.1	8742	226	397.7	1.3
20	25	2.1	13659	705	124.6	4.0
20	30	2.1	13659	588	230.7	2.2
20	35	2.1	13659	504	326.3	1.5
20	40	2.1	13659	441	415.3	1.2
20	50	2.1	13659	353	581.5	0.9

armatures en attente : système START

Attentes START
Ø 6 et Ø 8 HA

Système breveté

Reprise béton contre béton, sans corps étranger dans l'engrènement. Courbure des aciers dans le boîtier, permettant un redressage des aciers conformes. La rigidité du boîtier et sa profondeur supérieure à 25 mm favorisent la reprise de bétonnage. Le système START® garantit une répartition homogène des armatures.

Description	Ø 6			Ø 8			Pasquet (m)	Back (m)	Finitions possibles
	20 cm	24 cm	30 cm	15 cm	20 cm	24 cm			
A1	12,22	15,28	19,60	15,28	20,36	24,44	30,52	30,52	VSS00 VSS0ECCO TMR502 TMR503
XAS	7,60	9,60	12,22	9,60	12,22	15,28	19,60	19,60	VSS30 VSS0ECCO TMR502 TMR503
M12	12,22	15,28	19,60	15,28	20,36	24,44	30,52	30,52	VSS75
10A	9,60	12,22	15,28	12,22	15,28	19,60	24,44	24,44	VSD50
30A	24,44	30,52	36,60	30,52	36,60	42,68	48,76	48,76	VSS50 VSS0ECCO TMR502 TMR503
51A	36,60	42,68	48,76	42,68	48,76	54,84	60,92	60,92	VSS50 VSS0ECCO TMR502 TMR503
61A	48,76	54,84	60,92	54,84	60,92	66,99	73,07	73,07	VSS50 VSS0ECCO TMR502 TMR503

Longueur standard 2,40 m
Aciers HA, FeE500, homologués et aptes au pilage redressage
Longueur à redresser : 40 Ø
Hauteur de bousille : 12 cm
Les attentes START® sont conformes aux prescriptions AFCA8 relatives aux dispositifs d'attentes pour le béton armé. Les attentes START® sont antidérapantes.

Equivalence des sections d'aciers au ml

Diamètre (mm)	Section (cm ²)	Section (cm ² /mètre linéaire)							
		Pas de 15 cm		Pas de 20 cm		Pas de 24 cm		Pas de 30 cm	
		1 brin	2 brins	1 brin	2 brins	1 brin	2 brins	1 brin	2 brins
6	0,283	1,89	3,77	1,42	2,83	1,18	2,36	0,94	1,89
8	0,503	3,35	6,71	2,52	5,03	2,10	4,19	1,68	3,35
10	0,785	5,27	10,54	3,83	7,65	3,23	6,44	2,62	5,23
12	1,131	7,94	15,88	5,65	11,31	4,71	9,43	3,77	7,54
14	1,539	10,26	20,52	7,70	15,39	6,41	12,83	5,13	10,26
16	2,011	13,41	26,81	10,06	20,11	8,38	16,76	6,70	13,41
20	3,142	20,95	41,89	15,71	31,42	13,09	26,18	10,47	20,95

correspond à la gamme standard

ancres de levage : système DEHA

Anneau (t)	Ancre (t)	L mm	L ₁ mm	L ₂ mm	S mm	D mm	D ₁ mm	D ₂ mm	C mm	R mm	Référence
1-1,3	1,3	65	75	45	10	10	19	19	9	30	6001-1,3- 65
1,5-2,5	2,5	90	101	64	11	14	26	27	13	37	6001-2,5- 90
3-5	5	90	105	58	15	20	36	40	18	47	6001-5 - 90
6-10	10	115	130	71	15	28	47	57	25	59	6001-10 - 115
12-20	20	250	265	185	15	39	70	76	38	80	6001-20 - 250
32	32	300	327	220	27	50	88	100	47	107	6001-32 - 300

Brevet de Technicien Supérieur

BÂTIMENT

Session 2004

**Elaboration de solutions constructives
(Sous-épreuve U 4-2)**

Travail demandé

Ce dossier comporte 2 pages (pages 11/15 et 12/15)

PARTIE 1 : réalisation d'une coupe page 11/15

PARTIE 2 : conception d'une jardinière page 11/15

PARTIE 3 : ferrailage d'une poutre page 12/15

PARTIE 4 : voiles en éléments préfabriqués porteurs page 12/15

NB : les 4 parties sont indépendantes.

PARTIE 1

REALISATION D'UNE COUPE

A partir des plans suivants :

- plans architecte (page 3/15)
- plan de coffrage du plancher haut du R+1 (page 4/15)
- plan de coffrage du plancher haut du RdC (page 5/15)
- plan de coffrage du plancher haut du sous-sol avec détail (page 6/15)
- plan de coffrage des fondations et dallage (page 7/15)

et du DR2 (perspective de la jardinière)

réalisez la coupe 1 sur le document réponse **DR1** (de la cote projet – 4,43 m à + 7,40 m).

La cotation n'est pas demandée.

Vous ne représenterez pas les fondations et limiterez les éléments vus jusqu'à la file 2 comprise.

Données complémentaires :

- le dallage a une épaisseur de 12 cm et repose sur un hérisson de 30 cm. Il est délimité par une bêche 20 x 42. Son niveau supérieur est situé à –4,01 m
- l'arase supérieure de la paroi moulée est à la cote –0,80 m
- les poutres A1c et A2c n'ont pas de retombée par rapport à la dalle de la jardinière dont le niveau supérieur est à la cote – 1,35 m.

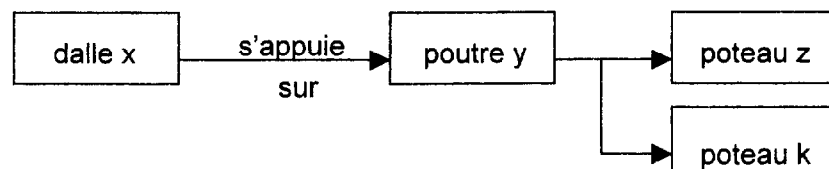
PARTIE 2

CONCEPTION D'UNE JARDINIERE

2.1) A partir du plan de coffrage du plancher haut du sous-sol (page 6/15), repérez sur la perspective du document réponse **DR2a**, les différents éléments qui composent la jardinière.

2.2) En tenant compte du sens de portée des dalles présent sur les plans, donnez l'ordre logique du transfert des charges pour cette jardinière entre les files B et B'.

Exemple de présentation:

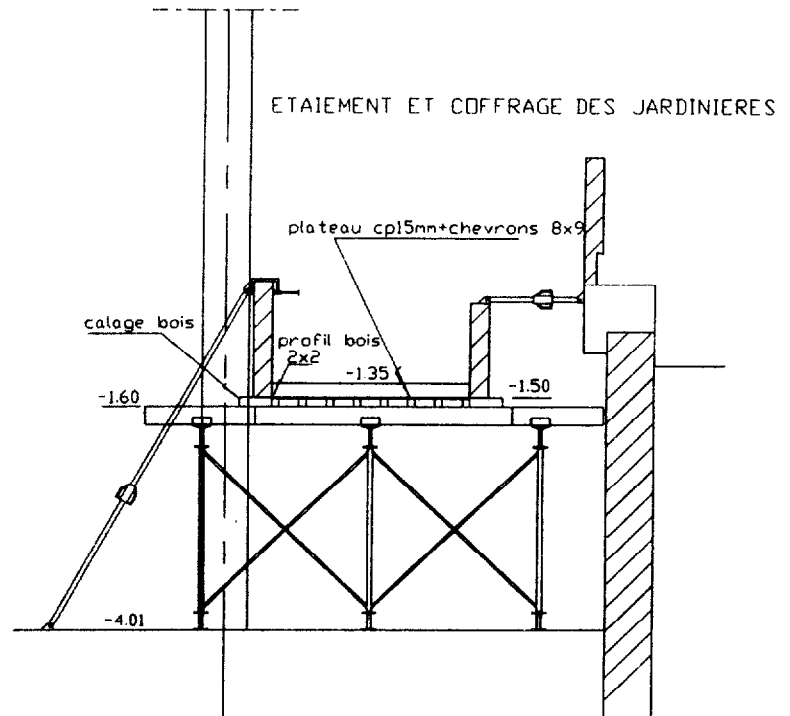


2.3) Les poutres de la jardinière peuvent être réalisées préfabriquées ou coulées en place.
Donnez au moins 2 solutions constructives qui pourraient être retenues pour assurer la liaison entre la poutre A1a (ou A2a) et la paroi moulée.

2.4) Pour la réalisation de la dalle, le schéma suivant donne un principe de phasage pour la jardinière :

Une première phase consiste à réaliser les poutres puis une deuxième à réaliser la dalle (2^{ème} phase représentée ci-contre pour la jardinière située entre les files 1 et 3)

Cette dalle est suspendue à ses éléments supports.



On va s'intéresser maintenant uniquement à la dalle de la jardinière prenant appuis sur la paroi moulée et sur la poutre A4 (au niveau des files B et B').

Les indications du B.E.T. béton armé concernant cette dalle sont :

- 2 treillis soudés ST50 disposés en tiroirs
- suspentes HA6 tous les 20 cm avec 4 HA8 filants
- liaisons aux éléments supports par une section minimale de 2,8 cm² / mètre linéaire sous la forme de...
 - 1 : système START (barres HA6) côté poutre A4
 - 2 : système EPCON (barres HA8) côté paroi moulée

A l'aide de la documentation technique page 10/15 des systèmes START et EPCON :

2.41) Système START : justifiez dans les valeurs de la gamme standard la référence du modèle que vous retenez

2.42) Système EPCON :

- calculez le nombre de barres HA8 par mètre linéaire nécessaires pour assurer la liaison de la dalle
- calculez la profondeur d'ancrage nécessaire pour 1 HA8 dans un trou de 10 mm (valeur manquante du tableau)

Le tableau des sections d'acier est donné en partie 3 (page 12/15)

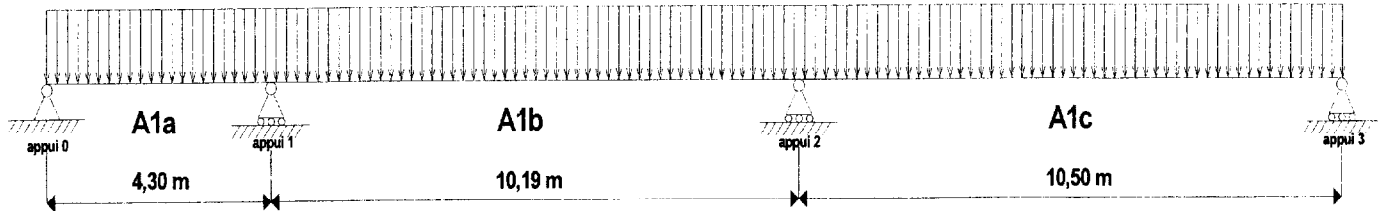
2.43) A partir des résultats précédents, dessinez le ferrailage de la dalle et ses liaisons avec le reste de la structure sur la coupe A1-A1 (document réponse **DR2b**)

PARTIE 3

FERRAILLAGE D'UNE POUTRE

On étudie la poutre A1 de la jardinière (poutre continue à 3 travées A1a – A1b – A1c).

Le schéma mécanique proposé est le suivant :



Le calcul des aciers de la poutre pour la travée A1b donne :

Aciers longitudinaux : Appui 1 : 1^{er} lit 2HA8
2^{ème} lit 2 HA16

Appui 2 : 1^{er} lit 2HA8
2^{ème} lit 2 HA16
3^{ème} lit 2 HA16

Travée A1b : 1^{er} lit 2 HA14
2^{ème} lit 2 HA12

Aciers transversaux : cadres HA6
répartition : 6 – 13 – 6x16 – 4x20 – 2x25 – 2x30 – 9x36 – ...
... – 2x30 – 2x25 – 4x20 – 5x16 – 8x13 – 11 - 5

Aciers complémentaires : 3 barres HA8 par face de poutre
régulièrement réparties
3 épingles HA6
aciers de montage HA8

Hypothèses de calcul : béton f_{c28} : 25 MPa ; acier FeE500 ;
fissuration peu préjudiciable ; enrobage de 2 cm ;
diamètre du plus gros granulat : 1,6 cm ;
largeur : 20 cm ; hauteur : 100 cm

Tableau des sections d'acier

HA	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
cm ²	0.283	0.503	0.785	1.13	1.54	2.01	3.14	4.91	8.04	12.6

3.1) A partir du tracé de l'épure d'arrêt des barres sur le diagramme enveloppe décalé de 0,8h du document réponse **DR3a**, justifiez les 80cm et 60cm mentionnés sur l'épure.

3.2) Complétez le plan d'armatures (élévation et sections) du document réponse **DR3b** (travée A1b)

PARTIE 4

VOILES EN ELEMENTS PREFABRIQUES PORTEURS

On s'intéresse aux voiles extérieurs de la cage d'escalier et d'ascenseur de la zone 2, file 11 :
repères M4 – M5 – M6 (a et b)

Consultez les documents suivants :

- cage d'escalier niveau haut du sous-sol (page 8/15)
- coupe AA (page 9/15)
- élévations 11 et 22 (page 9/15)

Ces éléments préfabriqués en béton poli de 40 cm d'épaisseur sont calepinés suivant les extraits de plans fournis.

Le parement sera composé d'agréats de marbre des Pyrénées, surface traitée par polissage, aspect gris foncé.

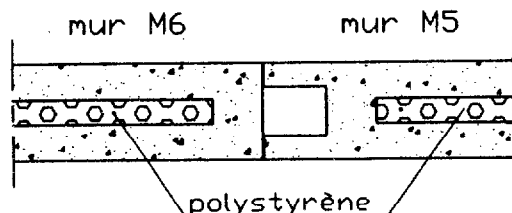
4.1) On donne la géométrie du voile préfabriqué M5 (page 8/15).

Pourquoi a-t-on placé une fourrure polystyrène ?

Calculez le poids de l'élément (on néglige le poids du polystyrène !)

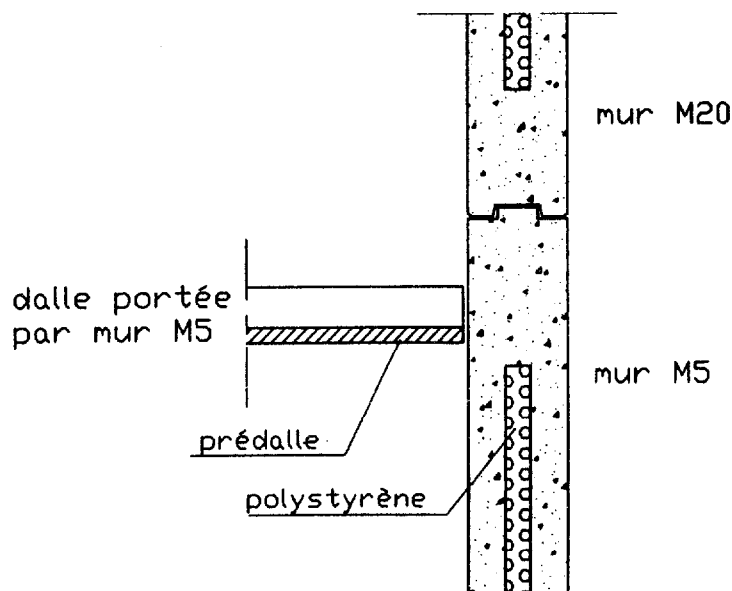
Dimensionnez les ancres de levage DEHA à positionner lors de la fabrication du voile
(voir documentation page 10/15). *NB : prendre un coefficient de sécurité de 3.*

4.2) A l'aide du schéma ci-dessous et en tenant compte des contraintes architecturales (notamment le respect du parement), proposez une solution pour le clouage vertical entre le panneau M5 et le panneau M6. Faites un schéma à main levée sur votre feuille.



Expliquez comment peut être réalisée la liaison du voile M5 avec sa fondation.

4.3) Quelles solutions peuvent être envisagées pour le clouage horizontal entre M5 et M20 ainsi qu'entre M5 et la dalle qu'il reprend ? Réalisez un schéma détaillé à main levée reprenant le schéma ci-dessous avec la solution que vous avez retenue.



Brevet de Technicien Supérieur

BÂTIMENT

Session 2004

**Elaboration de solutions constructives
(Sous-épreuve U 4-2)**

Documents réponses

Ce dossier comporte 3 pages (pages 13/15 à 15/15)

DR1 page 13/15 (*partie 1*)

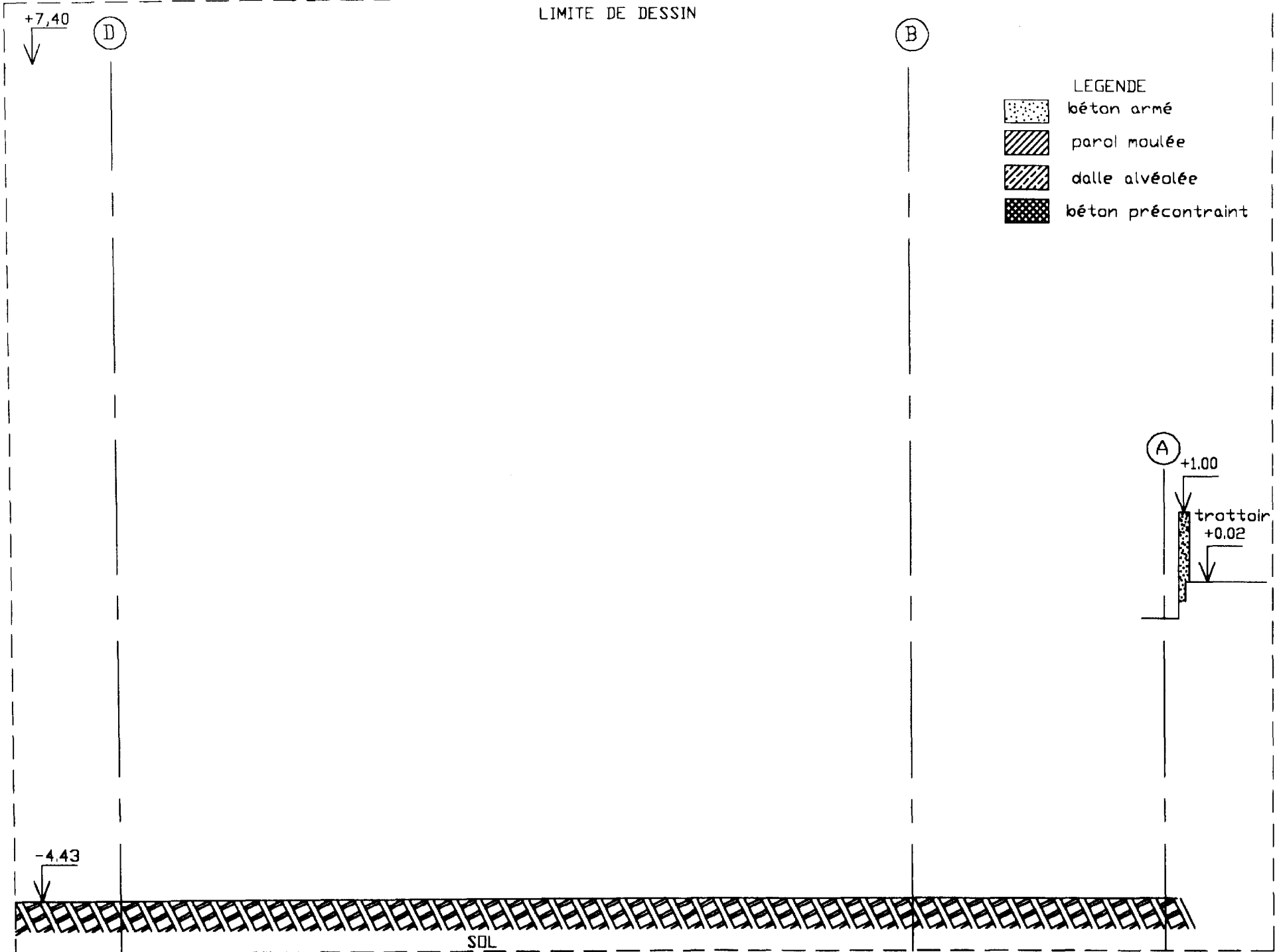
DR2a et DR2b page 14/15 (*partie 2*)

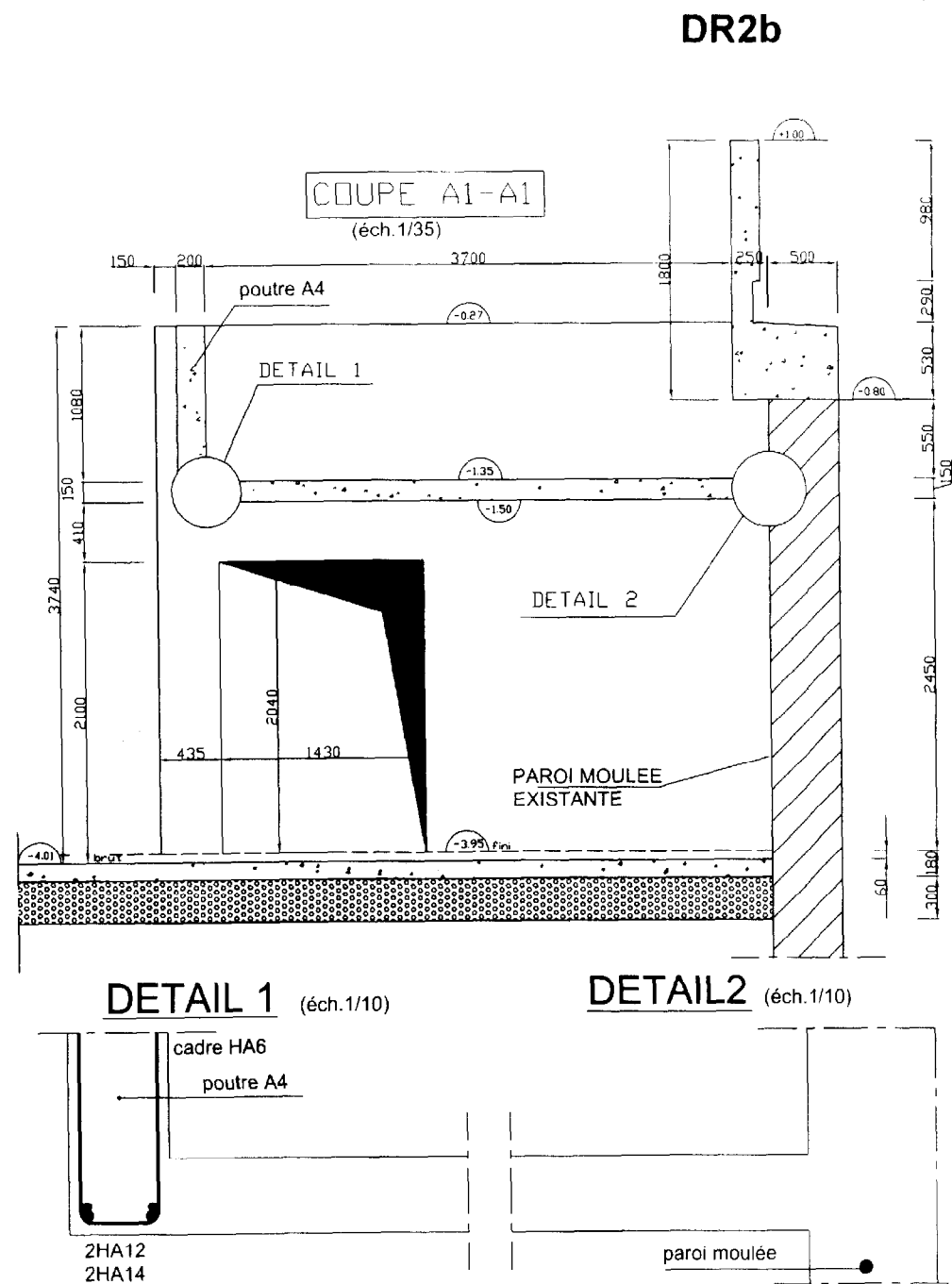
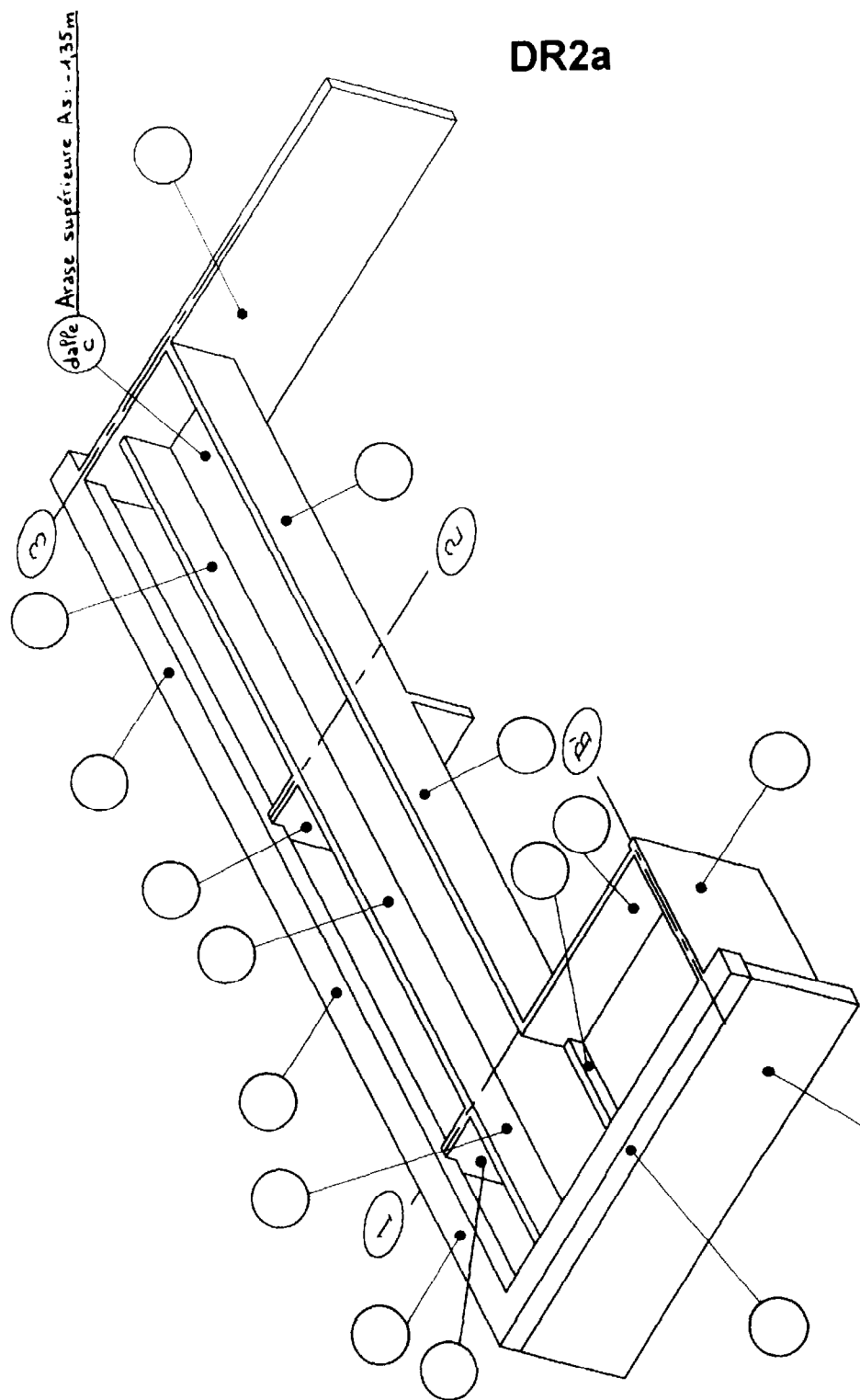
DR3a et DR3b page 15/15 (*partie 3*)

Les documents réponses sont à rendre en totalité (mêmes vierges) avec la copie.

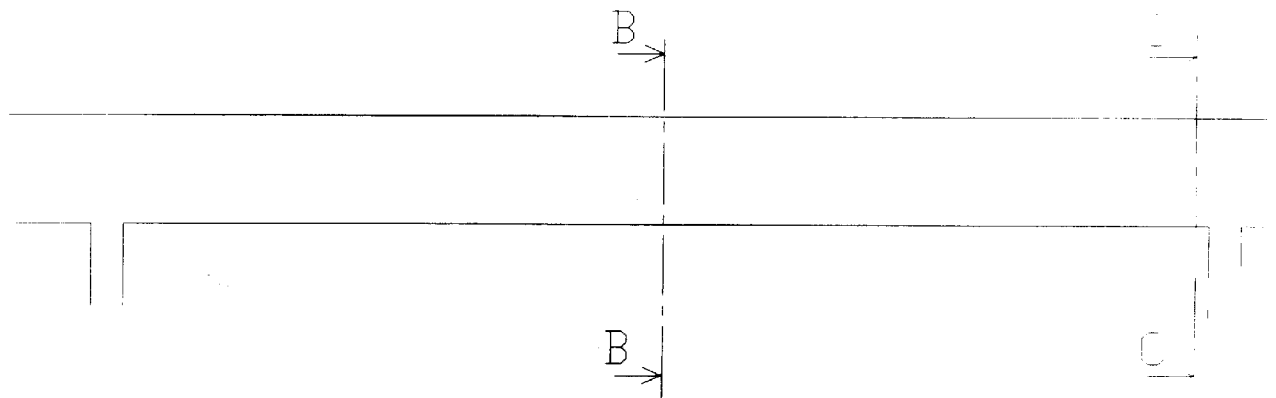
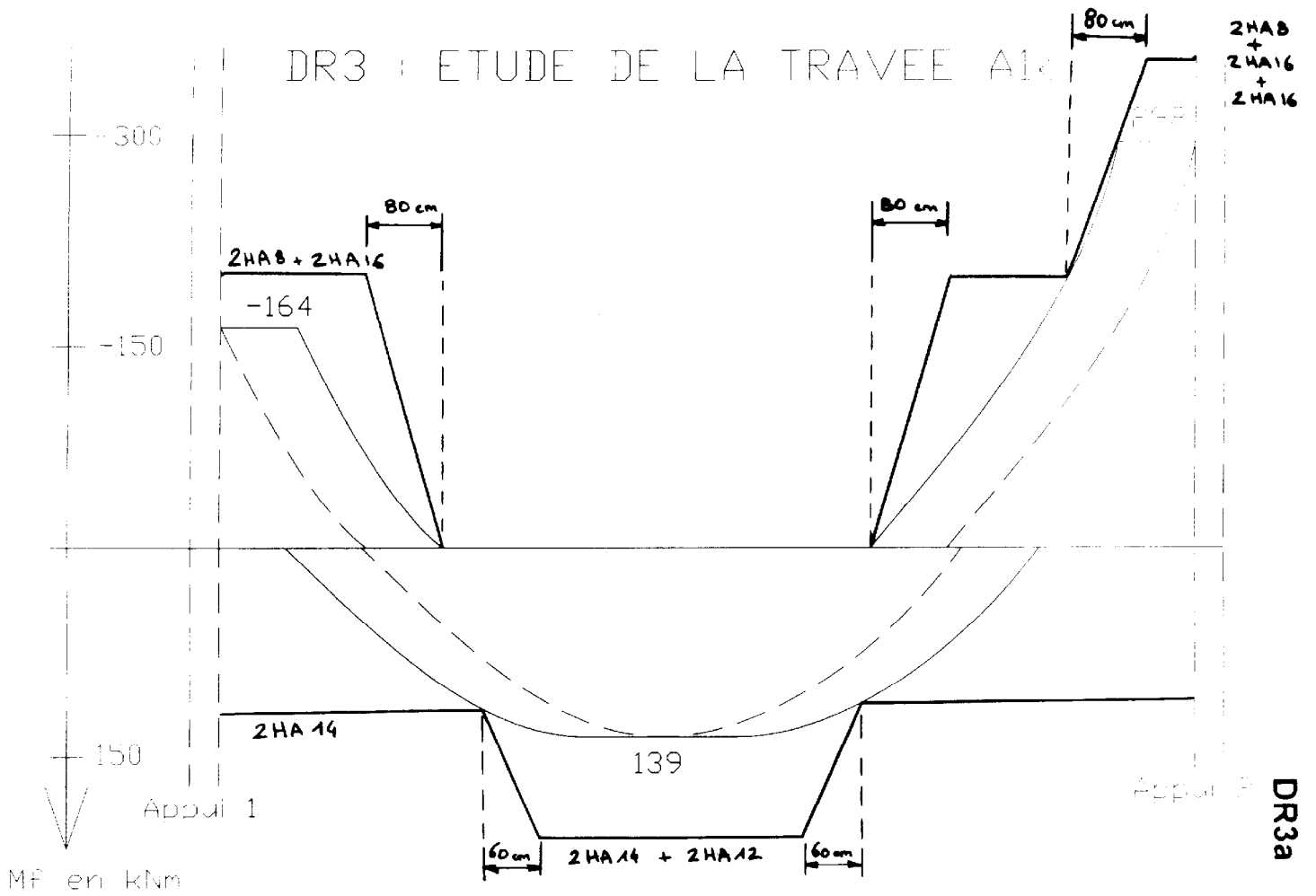
DR1 : COUPE 1-1 (ech. 1/50)

LIMITE DE DESSIN



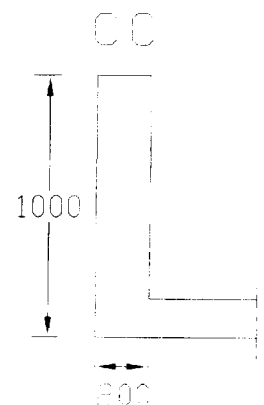
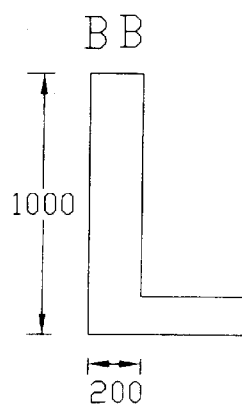


DR3 : ETUDE DE LA TRAVÉE A16



élévation : 1/50

section : 1/20



DR3b