

Session 2002

Brevet de Technicien Supérieur  
TRAVAUX PUBLICS

EPREUVE E4

U41 : MECANIQUE

DOSSIER DOCUMENTS  
TECHNIQUES

## Composition du Dossier Documents Techniques :

- DT1 : Présentation générale (1 page)
- DT2 : Vue en plan et coupe longitudinale de l'ouvrage.
- DT3 : Détails poutre préfabriquée et coupe transversale droite de l'ouvrage.
- DT4 : Pile P4 : vue en élévation / coupe du fût / vue en plan des fûts / vue en plan de la semelle.
- DT 5 : Ferrailage de la Pile P4 : Coupe en élévation / 1/2 vue en plan semelle.
- DT 6 : Nomenclature du ferrailage de la Pile P4.
- DT 7 : Culée C5 : élévation / vue en plan / vue en plan semelle.
- DT 8 : Ferrailage du Poteau C5-1 : Coupe en élévation / coupe du fût.
- DT 9 : Nomenclature du ferrailage du Poteau C5-1.
- DT 10 : Extraits du DTU 13.12 : "Règles pour le calcul des fondations superficielles" (2 pages).
- DT 11 : Tableau des sections d'armatures / Extrait Additif 80 / Extrait catalogue des caractéristiques dimensionnelles des profilés.

NOTA : tous les plans sont sans échelle.

L'objet de l'étude est la construction d'un ouvrage d'art en vue du doublement, par le Nord, de l'ouvrage existant sur la voie de liaison Ouest-Est et qui franchit une autoroute.

## **A - EXTRAITS DU C.C.T.P.**

### **Article 1.4. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE TERMINE**

#### **1.4.1. Généralités**

L'épaisseur minimale du béton de propreté est de dix centimètres.

Les niveaux de fondation indiqués sur les plans n'ont que le caractère d'une prévision et le niveau définitif de chaque fondation sera fixé par le maître d'œuvre lors de l'exécution.

Les indications des plans contractuels sont complétées par les éléments indiqués ci-après:

#### **1.4.2. Culées**

Les culées comportent notamment un sommier, des poteaux et une semelle de fondation. Les culées sont fondées superficiellement dans le terrain naturel. Pour le profilage des fonds de fouilles, les purges locales éventuelles du sol sont comblées par du gros béton.

#### **1.4.3. Piles**

Les piles sont constituées de 2 voiles de forme rectangulaire, liaisons en pied par une semelle nervurée. Les piles sont fondées superficiellement dans le terrain naturel. Pour le profilage des fonds de fouilles, les purges locales éventuelles du sol sont comblées par du gros béton.

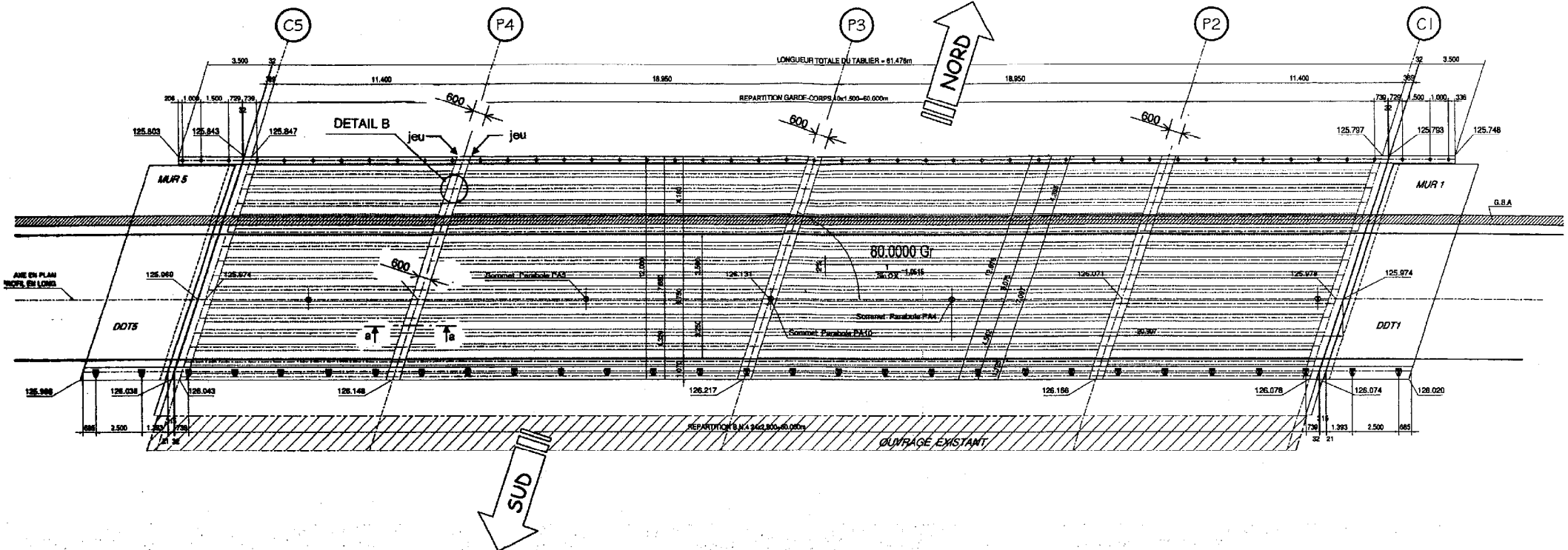
#### **1.4.4. Tablier de PRAD**

L'ouvrage comporte 4 travées, rendues continues par une poutre coulée en place au droit de chaque appui. Chaque travée est constituée de 16 poutres en béton, précontraintes par fils adhérents, de 0,70 m de hauteur, solidarisées par une dalle de couverture de 0,21 m d'épaisseur.

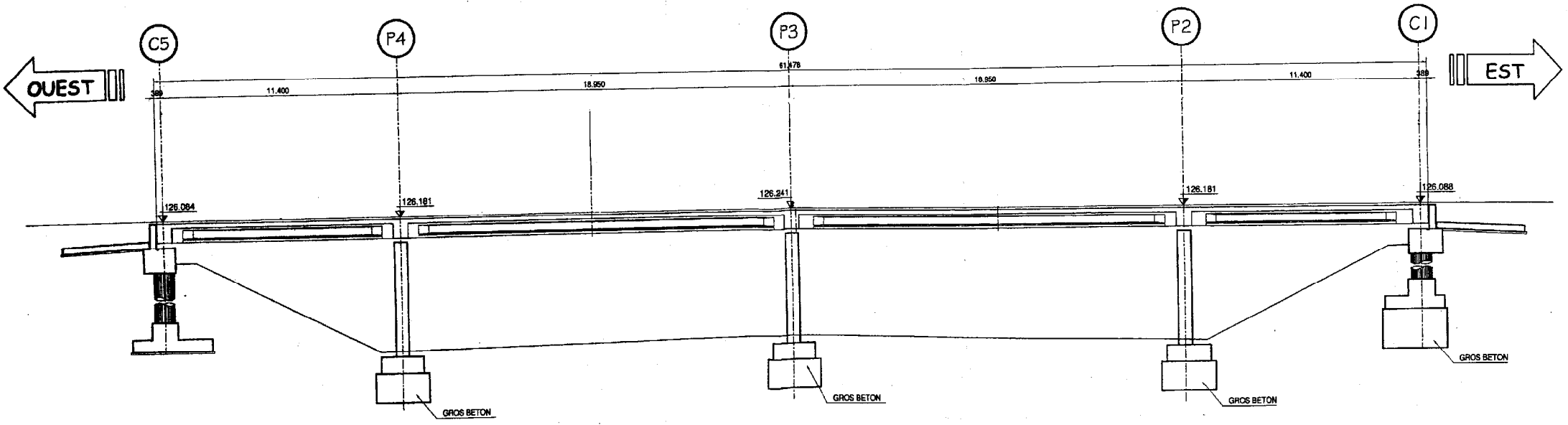
#### **1.4.5. Appareils d'appui**

Le tablier repose sur les appuis par l'intermédiaire d'appareils d'appui en néoprène. Afin de permettre son réglage et son remplacement, chaque appareil d'appui est associé à un ou plusieurs emplacements de vérinage du tablier, matérialisés par des bossages en béton. Les bossages supérieurs sur appareils d'appui sont fabriqués à l'aide de dalles préfabriquées.

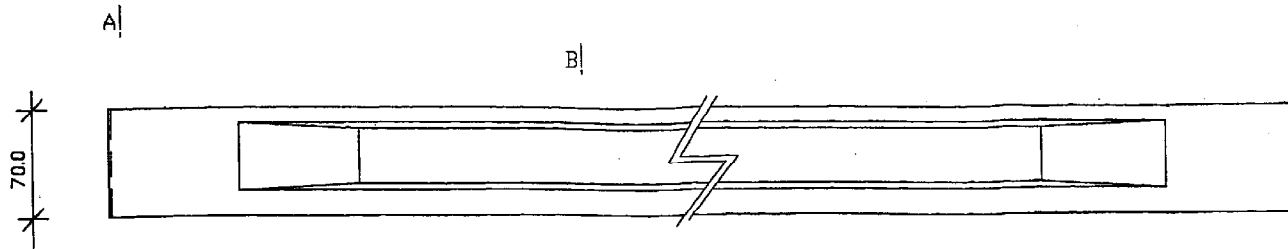
VUE EN PLAN TABLIER BRUT



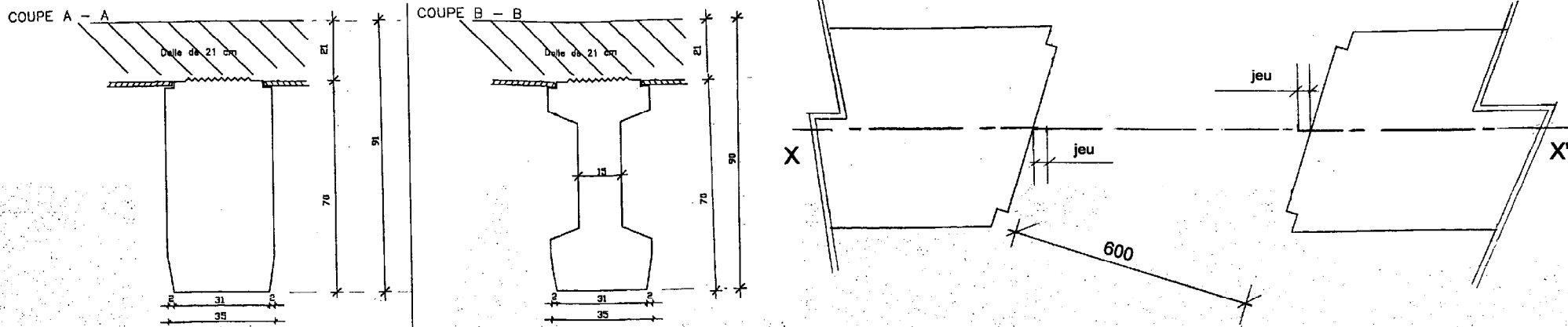
COUPE LONGITUDINALE DANS L'AXE DE LOUVRAGE



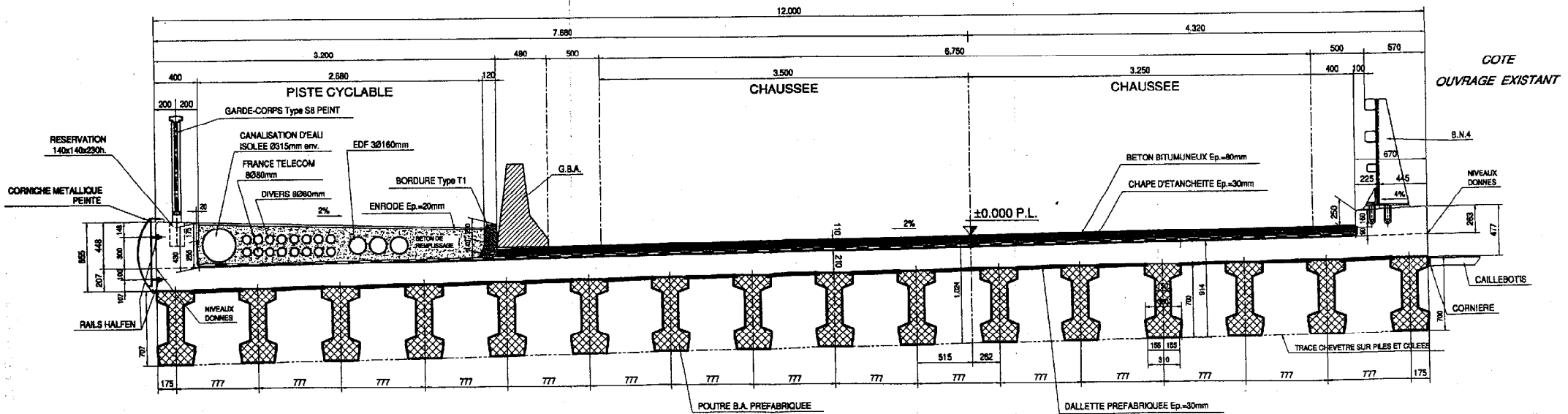
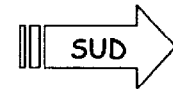
ELEVATION COFFRAGE DANS L'AXE DE LA POUTRE :



DETAIL B : VUE EN PLAN BIAIS A L'ABOUT

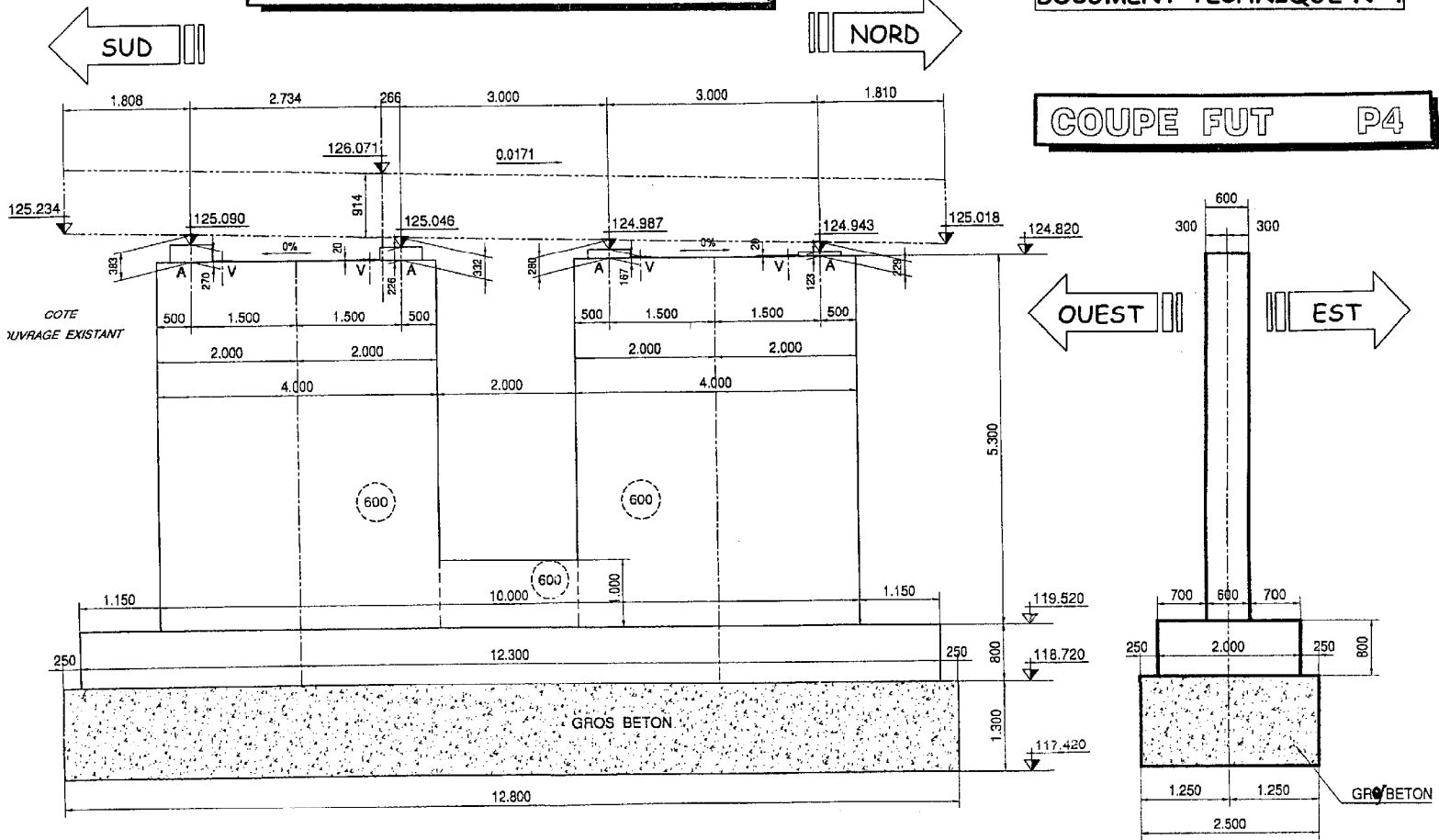


**COUPE TRANSVERSALE DROITE**

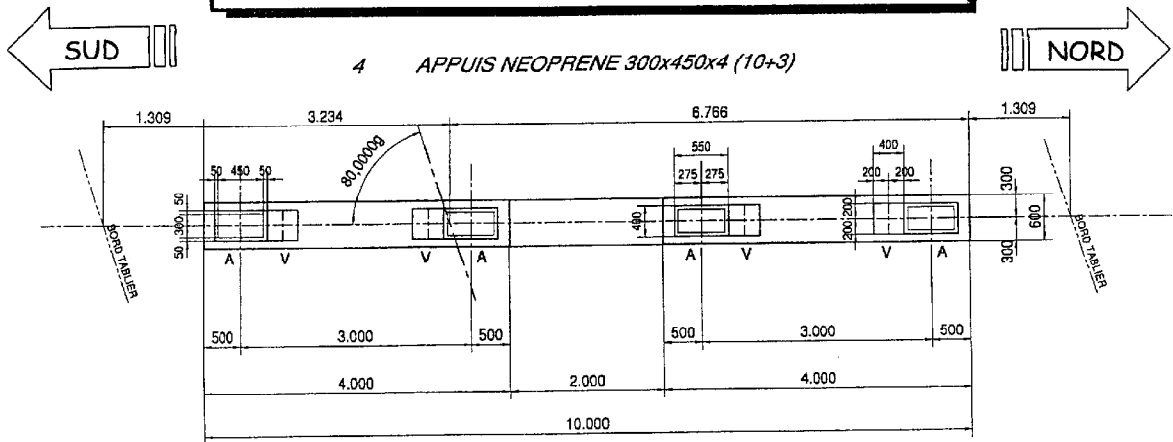


# ELEVATION - PILE P4

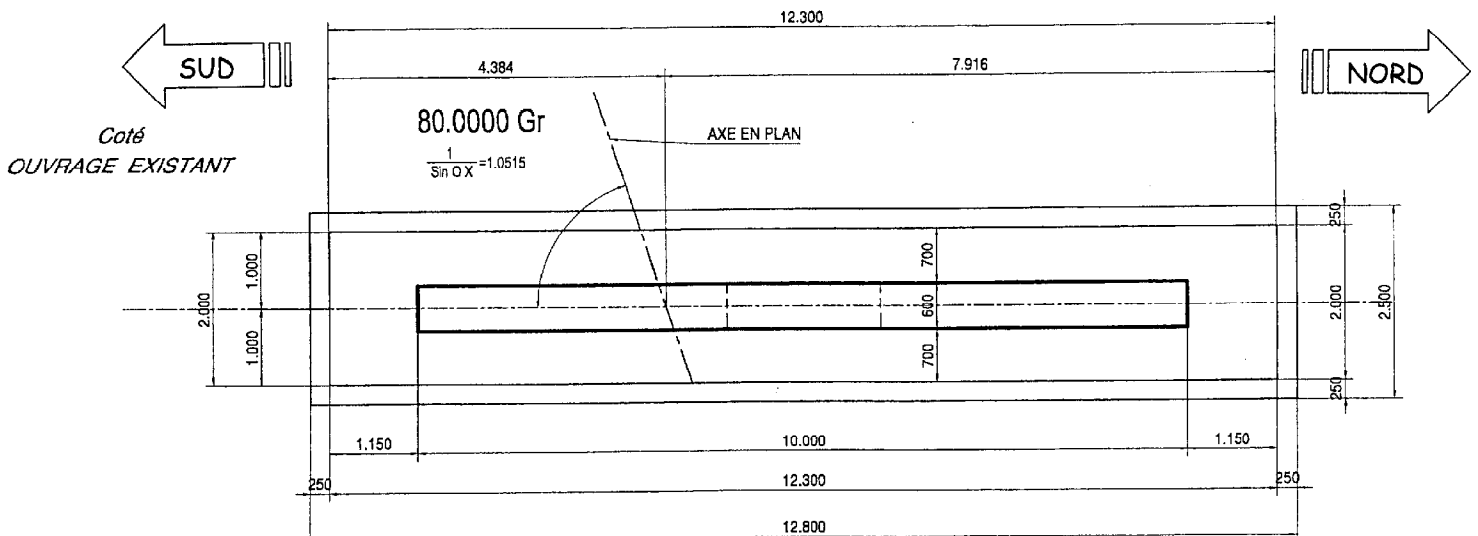
DOCUMENT TECHNIQUE N°4



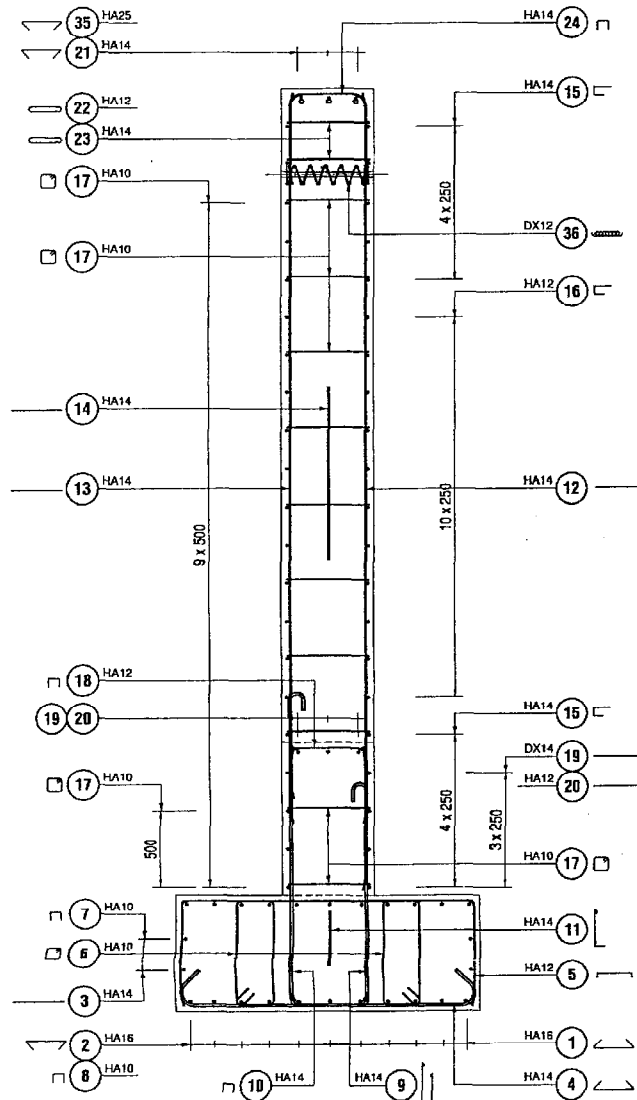
# VUE EN PLAN FUTS P4



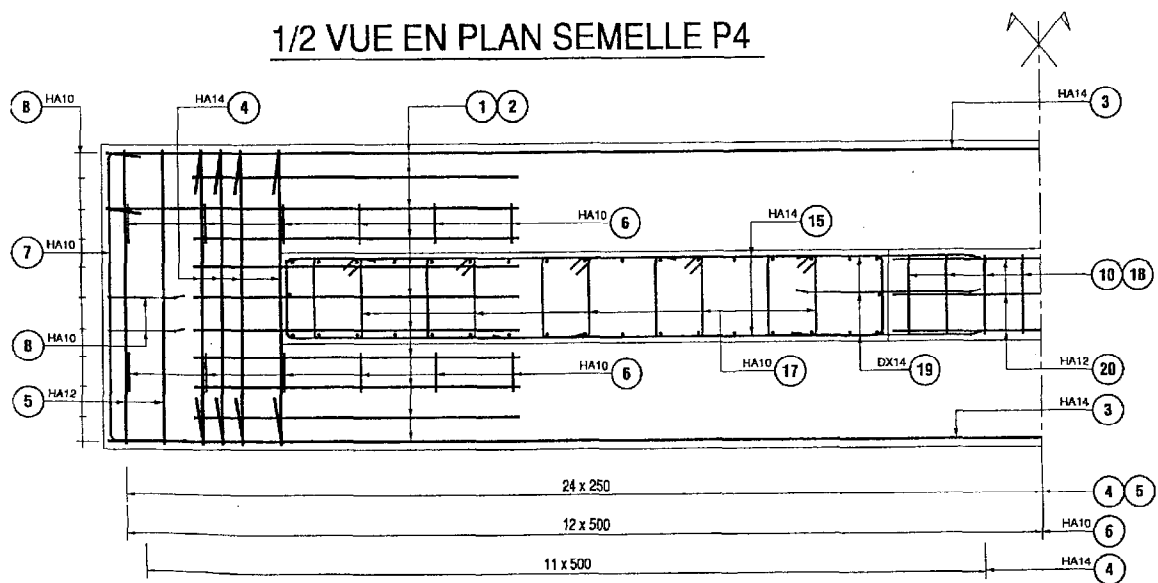
# VUE EN PLAN SEMELLE P4



COUPE P4 -



1/2 VUE EN PLAN SEMELLE P4



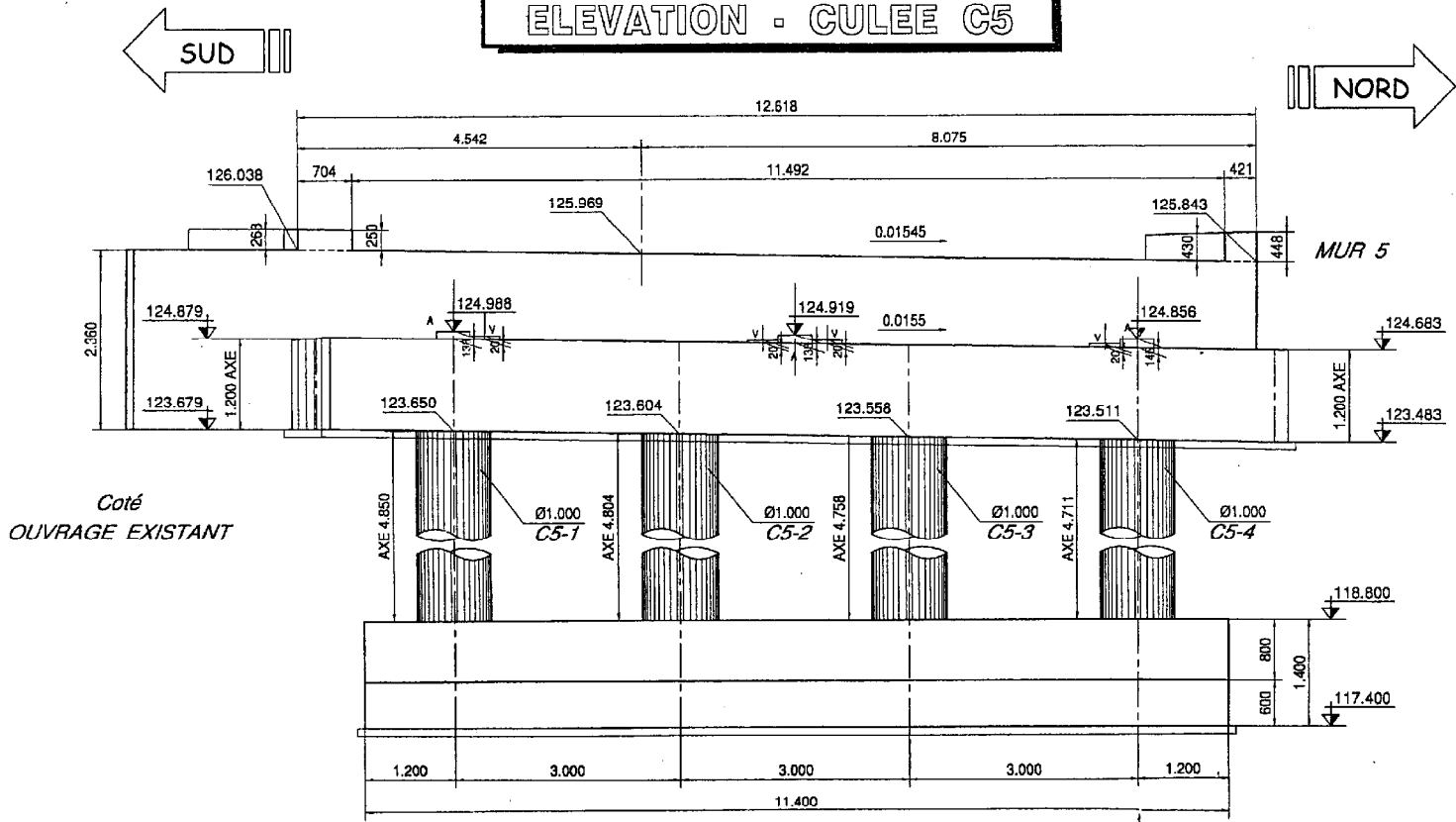
Sujet

PS 60 - PILES P4

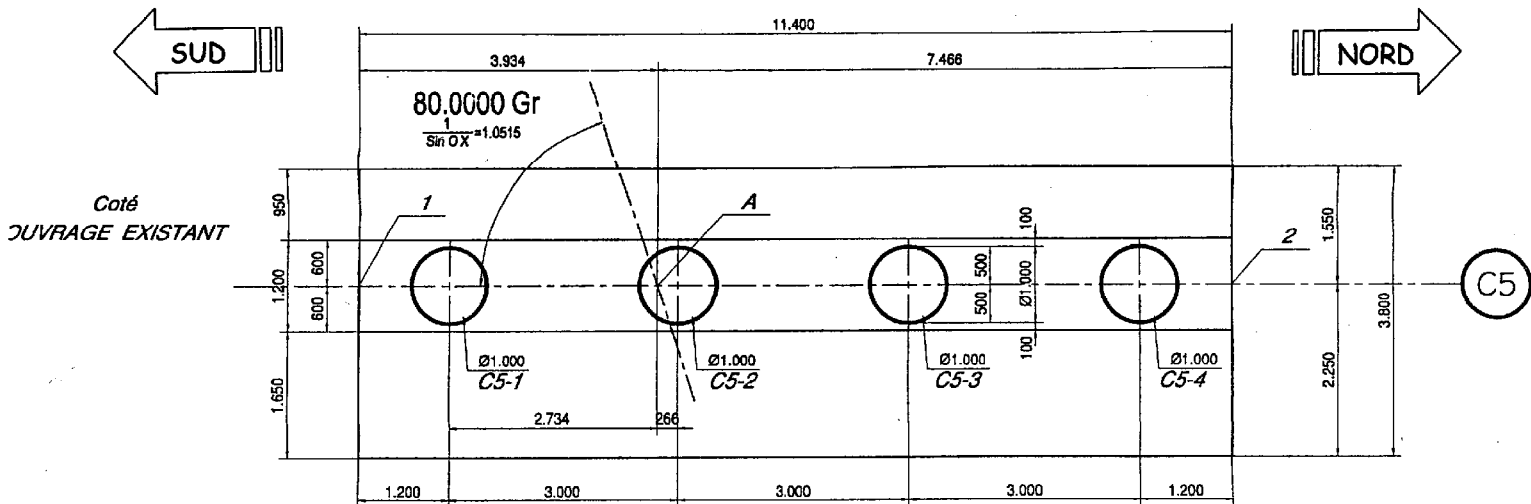
N°	HA/DX	Ø	NOMBRE			Esp.	Long. unitaire	SCHEMA	Long. totale
			Par elem.	D'elem.	TOTAL				
1	HA	16	11	2	22	SEMELLE NAPPE INF.	12.77		280.94
2	HA	16	11	2	22	SEMELLE NAPPE SUP.	12.77		280.94
3	HA	14	4	2	8	SEMELLE	12.24		97.92
4	HA	14	73	2	146	SEMELLE ø=250,500	2.43		354.78
5	HA	12	49	2	98	SEMELLE ø=250	3.37		330.26
6	HA	10	50	2	100	SEMELLE ø=500	2.15		215.00
7	HA	10	4	2	8	SEMELLE FERMETURE	2.84		22.72
8	HA	10	22	2	44	SEMELLE FERMETURE	1.64		72.16
9	HA	14	34	2	68	SEMELLE ATTENTE ø=180,250	4.35		295.80
10	HA	14	8	2	16	SEMELLE ATTENTE ø=250	3.88		62.08
11	HA	14	4	2	8	SEMELLE ATTENTE	1.92		15.36
12	HA	14	34	2	68	FUT ø=180,500	5.24		356.32
13	HA	14	34	2	68	FUT ø=180,500	4.64		315.52
14	HA	14	4	2	8	FUT	5.24		41.92
15	HA	14	40	2	80	FUT ø=250	5.01		400.80
16	HA	12	44	2	88	FUT ø=250	4.93		433.84
17	HA	10	110	2	220	FUT ø=500	1.91		420.20
18	HA	12	8	2	16	RAIDISSEUR ø=250	1.43		22.88
19	DX	14	22	2	44	RAIDISSEUR ø=250	1.20		52.80
20	HA	12	11	2	22	RAIDISSEUR ø=250	1.94		42.68
21	HA	14	6	2	12	FUT	4.43		53.16
22	HA	12	24	2	48	FUT ø=250	1.36		65.28
23	HA	14	16	2	32	FUT ø=250	1.44		46.08
24	HA	14	34	2	68	FUT ø=180,250	1.60		108.80



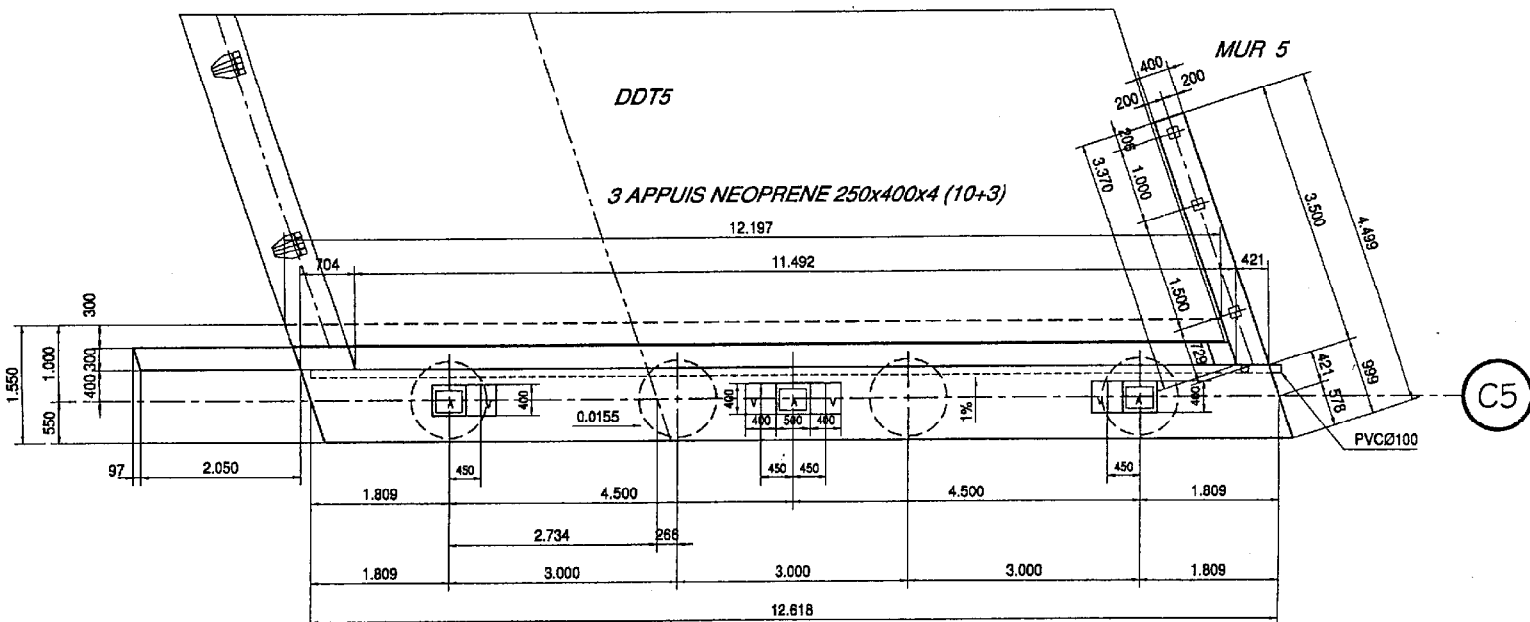
**ELEVATION - CULEE C5**



**SEMELLE - CULEE C5**

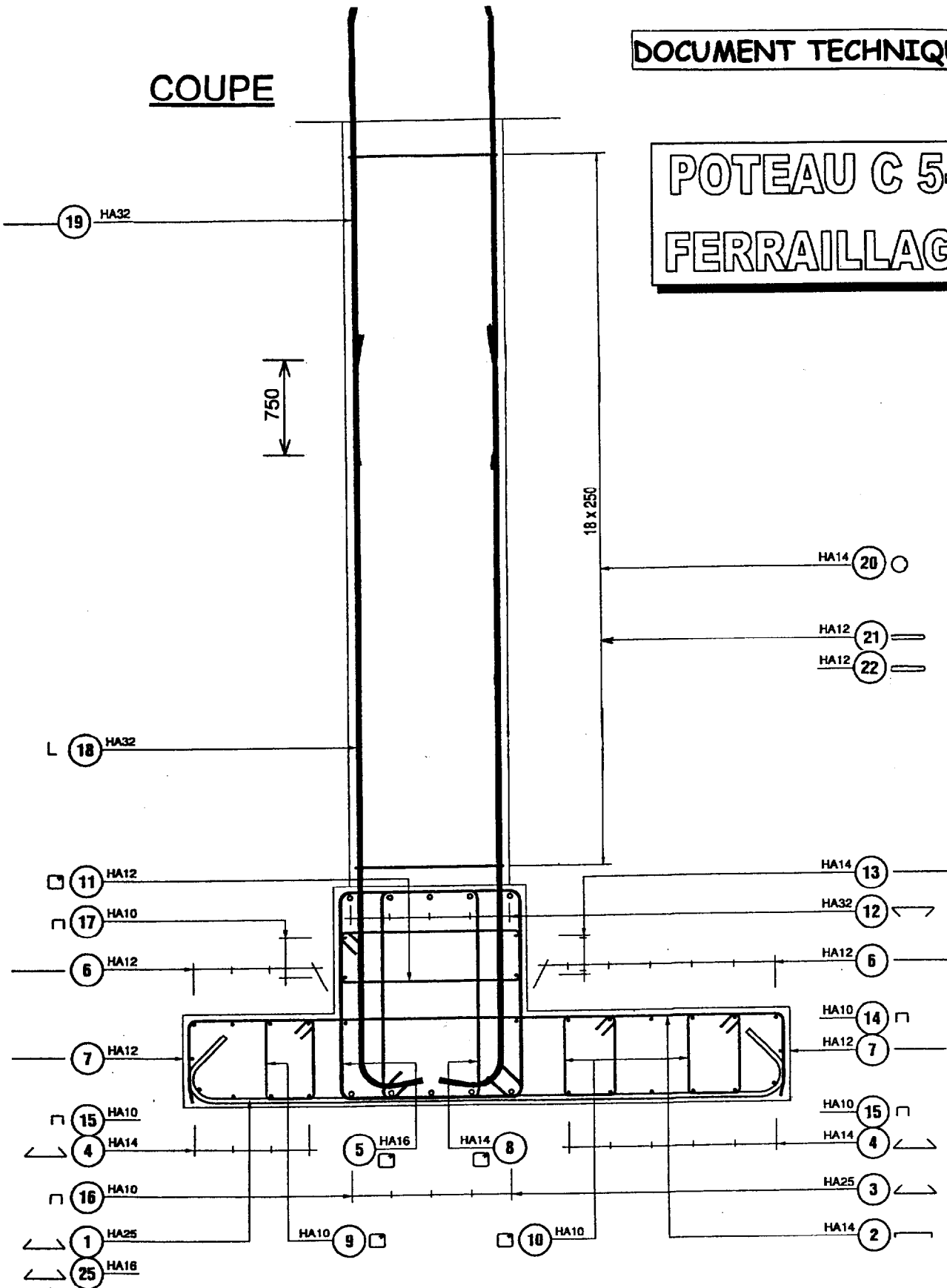


**VUE EN PLAN - CULEE C5**

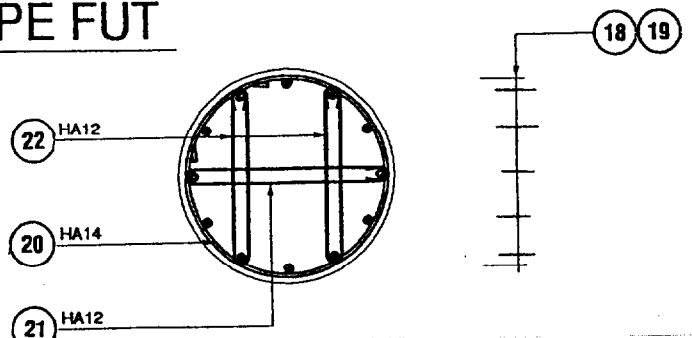


COUPE

POTEAU C 5-1  
FERRAILLAGE



COUPE FUT



DOCUMENT TECHNIQUE N°9

Sujet  
PS 60 - C5 Semelle poteaux

N°	HA/DX	Ø	NOMBRE			Esp.	Long. unitaire	SCHEMA
			Par elem.	D'elem.	TOTAL			
1	HA	25	46	1	46	SEMELLE ø=250	4.59	
2	HA	14	46	1	46	SEMELLE ø=250	4.75	
3	HA	25	5	1	5	SEMELLE NAPPE INF.	12.19	
4	HA	14	10	1	10	SEMELLE NAPPE INF.	11.83	
5	HA	16	46	1	46	RADISSEUR ø=250	5.27	
6	HA	12	12	1	12	SEMELLE NAPPE SUP.	11.34	
7	HA	12	2	1	2	SEMELLE	11.34	
8	HA	14	24	1	24	RADISSEUR ø=500	4.15	
9	HA	10	24	1	24	SEMELLE ø=500	1.84	
10	HA	10	48	1	48	SEMELLE ø=500	1.88	
11	HA	12	24	1	24	RADISSEUR ø=500	3.15	
12	HA	32	5	1	5	RADISSEUR	12.41	
13	HA	14	4	1	4	RADISSEUR	11.34	
14	HA	10	2	1	2	SEMELLE FERMETURE	4.64	
15	HA	10	20	1	20	SEMELLE FERMETURE	1.42	
16	HA	10	10	1	10	RADISSEUR FERMETURE	2.22	
17	HA	10	4	1	4	RADISSEUR FERMETURE	2.03	
18	HA	32	48	1	48	ATTENTE FUT	5.10	
19	HA	32	48	1	48	FUT	2.95	
20	HA	14	76	1	76	FUT ø=250	3.46	
21	HA	12	76	1	76	FUT ø=250	2.16	
22	HA	12	152	1	152	FUT ø=250	1.93	

## Extraits du DTU 13.12 : "Règles pour le calcul des fondations superficielles"

### chapitre 2 calcul des ouvrages de fondations

#### 2.1 réaction du sol

La réaction du sol sous une structure, au moins définie dans ses grandes lignes, peut être le plus souvent caractérisée par une valeur ultime  $q_u$

La contrainte de calcul  $q$  est la plus petite des 2 valeurs  $q_u/2$  et de celle qui dispense de tenir compte des tassements différentiels dans la structure.

#### COMMENTAIRE

- Il est possible de prendre une contrainte de calcul plus grande que celle définie ci-dessus, sans excéder  $q_u/2$ , mais il faut alors tenir compte des tassements différentiels prévisibles associés.
- Le rapport de sol a pour objet notamment de préciser la valeur de la contrainte de calcul  $q$ .

#### 2.3.4 état-limite de service vis-à-vis de la durabilité

A défaut de justification plus précise sous les combinaisons d'actions de service, dans le cas où la fissuration de la fondation est considérée comme préjudiciable ou très préjudiciable, la section d'armatures obtenue à l'état-limite ultime de résistance doit être majorée respectivement de 10 % ou de 50 %

#### COMMENTAIRE

Pour la définition des états préjudiciables et très préjudiciable, se reporter aux règles de béton armé en vigueur, actuellement le BAEL 99 .

#### 3.2.2 essais pressiométriques

Les essais pressiométriques permettent de déterminer à différents niveaux les 2 paramètres suivants :

$p_l$  : pression limite

$E_M$  : module pressiométrique.

On calcule ensuite, pour chaque niveau, la pression limite nette correspondante :  $p_l^* = p_l - p_o$

où  $p_o$  est la contrainte totale horizontale dans le sol au niveau concerné et au moment où l'on fait l'essai.

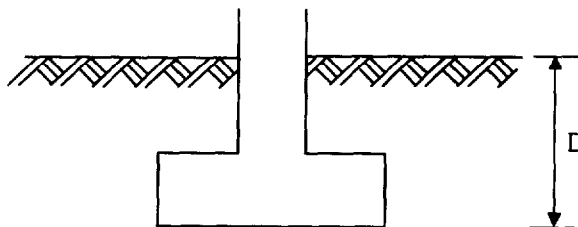
Pour une semelle sous charge verticale centrée de largeur  $B$ , de longueur  $L$  et d'encastrement  $D$ , on a :

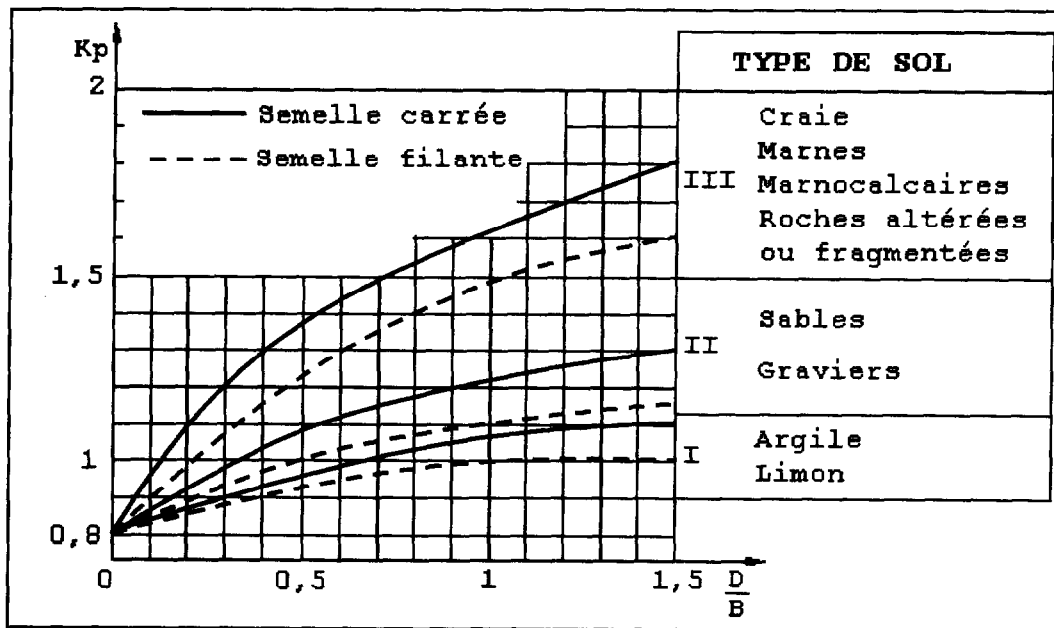
$$q_u = K_p p_l^* + \gamma \cdot D$$

avec  $\gamma$  poids volumique du sol, déjaugé partiellement le cas échéant.

$p_l^*$  est la pression limite nette équivalente calculée comme la valeur moyenne des pressions limites nettes existant sur une profondeur égale à  $1.5 B$  située sous la semelle. Les pressions limites nettes étant toutefois plafonnées à 1,5 fois leur valeur minimale sur la profondeur envisagée.

$K_p$  est le facteur de portance qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol. Il est donné par l'abaque de la page suivante :





## annexe 2 méthode des bielles

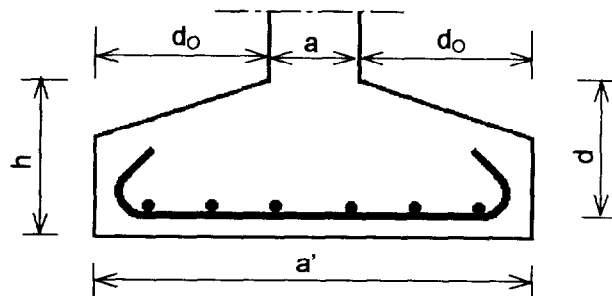
Les notations utilisées dans les annexes sont celles des Règles BAEL 99.

### application de la méthode des bielles au calcul des semelles sur le sol

On suppose expressément dans ce qui suit que les réactions du sol sont normales à la surface d'appui de la semelle. En réalité, il s'exerce des forces de frottement qui, en certains cas, peuvent avoir une influence favorable et permettre ainsi de réduire la section des armatures inférieures définies ci-après, mais il importe de ne tenir compte de ces effets que dans le cas d'un banc rocheux sain et franc.

### semelles continues sous murs transmettant une charge uniformément centrée

La coupe transversale de telles semelles est conforme au croquis ci-dessous qui définit les notations.



Soit  $p_u$  la valeur de la charge de calcul par unité de longueur (à l'état-limite ultime).

L'application de la méthode des bielles implique les conditions :

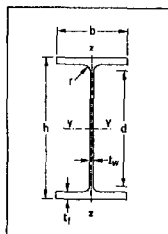
$$\frac{d_0}{2} \leq d \leq 2 d_0 \quad \left( \text{ou } \frac{a' - a}{4} \leq d \leq a' - a \right)$$

La condition  $d > d_0/2$  permet de considérer que, dans le cas général des semelles sur sol, il n'est pas nécessaire de procéder à des vérifications concernant l'effort tranchant et la contrainte de compression des bielles ; il n'y a pas lieu, en particulier, de prévoir des étriers ou des barres relevées.

L'aire de la section par unité de longueur de la semelle des armatures inférieures disposées transversalement à son plan moyen a pour valeur :

$$A = p_u \frac{d_0}{4d} \cdot \frac{1}{f_e/\gamma_s} = p_u \frac{a' - a}{8d} \cdot \frac{1}{f_e/\gamma_s}$$

POIDS PAR m.l. (kg)	Ø (mm)	SECTIONS TOTALES pour un nombre de barres égal à										Ø (mm)	PERI- METRE (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0,154	5	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	5	1,57
0,222	6	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	6	1,88
0,395	8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	8	2,51
0,617	10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	10	3,14
0,888	12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	12	3,77
1,208	14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39	14	4,40
1,578	16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	16	5,03
2,466	20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	20	6,28
3,853	25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	25	7,85
6,313	32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	32	10,05
9,865	40	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66	40	12,57



Poutrelles H européennes  
à larges ailes/à très larges ailes

HE - HL

Profil	Dimensions						Masse par mètre P kg/m	Aire de la section A cm <sup>2</sup>	Surface de peinture		Caractéristiques de calcul										Moment d'inertie de torsion I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	Moment d'inertie de gauchissement I <sub>w</sub> x 10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
	h mm	b mm	t <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	r mm	d mm			m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /t	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ely</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	Z <sub>II</sub> W <sub>ply</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>yz</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>elz</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>plz</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>yy</sub> cm <sup>2</sup>		
HE 600 AA	571	300	12,0	15,5	27	488	128,8	184,1	2,272	17,64	91871,9	3217,9	23,86	3823,1	81,3	8982,0	486,1	6,53	724,5	97,7	149,80	5380,87
HE 600 A	590	300	13,0	25	27	488	177,8	226,5	2,308	12,98	141208,1	4786,7	24,87	6350,4	93,2	11269,1	761,3	7,06	1156,7	165,2	397,81	8978,20
HE 600 B	600	300	15,5	30	27	488	211,9	270,0	2,323	10,06	171041,1	6701,4	25,17	8426,1	110,8	13626,1	901,7	7,08	1391,1	198,8	867,18	10685,38
HE 600 M	620	306	21,0	40	27	488	285,6	383,7	2,372	8,31	237447,5	7669,8	26,55	8772,1	149,7	18906,3	1243,7	7,22	1930,4	264,1	1564,10	15907,59

Extrait des règles de calcul des constructions en acier :

4. - RÉSISTANCE DES SECTIONS

4.1. - Règle générale

Dans une section, la résistance à des sollicitations simples ou complexes est assurée tant qu'il est possible de trouver dans cette section une distribution de contraintes plastiquement admissibles qui équilibre ces sollicitations.

Pour les sections courantes, les règles plus détaillées ci-dessous donnent la résistance ultime en section, c'est-à-dire les limites dans lesquelles les sollicitations doivent être maintenues. Ces sollicitations respecteront alors la règle générale énoncée ci-avant.

4.3. - Moment de flexion

Le moment de flexion dans une section ne doit pas être supérieur au moment de plastification conventionnel de la section :

$$M \leq M_p$$

avec :  $M_p = Z \sigma_s$

Z = module plastique de la section