

Brevet de Technicien Supérieur BATIMENT

Session
2007

Epreuve E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-épreuve U 41 : Elaboration d'une note
de calcul de structures

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Documents du sujet	Références	Contenus	9 Feuilles
<i>Page de garde</i>	-	<i>Présentation des documents du sujet d'examen</i>	1 Format A3
Dossier d'Etude : Travail demandé	DE 1	Présentation du bâtiment à étudier.	1 Format A3
	DE 2	Etude n°1 : poutre continue en béton armé.	
	DE 3	Etude n°2 : poteau en béton armé.	
	DE 4	Etude n°3 : poutre métallique de plancher collaborant.	
Dossier Technique : Immeuble LE PARVATI	DT 1	4 Façades.	5 Formats A3
	DT 2	Plan partiel du R.D.C.	
	DT 3	Coupe BB.	
	DT 4	Coupe CC partielle.	
	DT 5	Plan de COFFRAGE partiel du plancher haut du R.D.C.	
Annexes	ANNEXE 1	Hypothèses générales : charges et matériaux	1 Format A3
	ANNEXE 2	Profilés HEB - Plancher collaborant	
	ANNEXE 3	Flèches - Relation des 3 moments - Eurocode 3	
	ANNEXE 4	Intégrales de Mohr	
Document Réponse	DR	Descente de charges en pied de poteau du R.D.C.	1 Format A3

Le document réponse A3 doit être agrafé à la copie normalisée.

Barème : ETUDE n°1 : 7 points.
ETUDE n°2 : 6 points.
ETUDE n°3 : 7 points.

Rédigez vos réponses
aux études n°1, 2 et 3
sur 3 copies distinctes.

Document autorisé : Règlement B.A.E.L. 1999.

Matériel autorisé : Calculatrice.

1 Présentation du bâtiment à étudier :

L'immeuble LE PARVATI est un bâtiment à usage de bureaux, offrant sur chacun de ses 4 niveaux (cf. DT1), deux plateaux paysagers, de surfaces respectivement égales à environ 205 m² (cf. DT2) et 75 m² (hors zone d'étude).

Ces plateaux de bureaux paysagers sont **exempts de tous porteurs verticaux** et de toutes cloisons (cf. DT2). Les **porteurs verticaux** se situent en façade et sont constitués de **poutres continues en B.A.** reposant sur des poteaux B.A., espacés suivant un **maillage régulier** (cf. DT2, DT3, DT4 et DT5).

Ces poutres des façades EST et OUEST, sont porteuses, à chaque niveau :

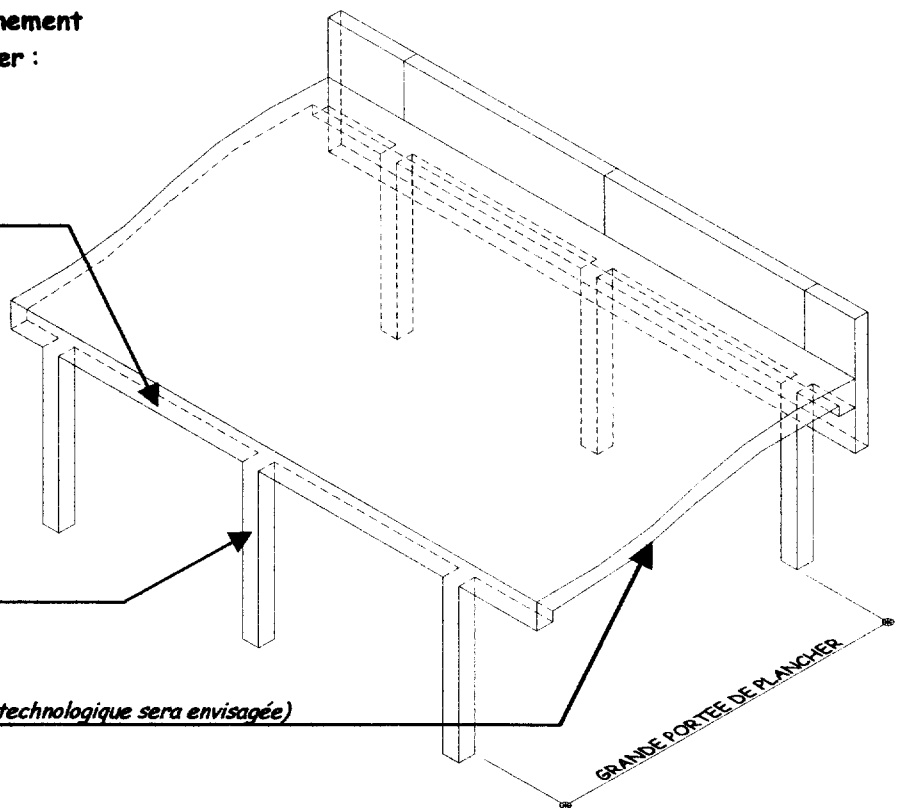
- d'un plancher (réalisé, a priori, en dalles alvéolées),
- de panneaux de façade préfabriqués.

Votre travail portera sur le **dimensionnement** d'une poutre, d'un poteau et du plancher :

Etude n°1 : POUTRE en B.A.

Etude n°2 : POTEAU en B.A.

Etude n°3 : PLANCHER (Une variante technologique sera envisagée)



Les proportions des différents éléments représentés, n'ont pas été respectées, afin d'améliorer la lisibilité de l'illustration graphique. C'est pour la même raison, que les panneaux de façade, devant se situer au premier plan de la perspective, n'ont pas été dessinés.

Caractéristiques du béton armé

- Béton : $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$ et armatures du béton armé : $f_e = 500 \text{ MPa}$.

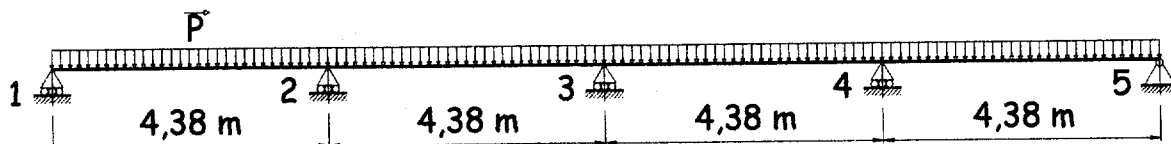
2 Exigences relatives au travail demandé :

- Détail des calculs.
- Réponses claires et explicites.
- Justification des choix.
- Exactitude des résultats.

3 Etude n°1 : POUTRE CONTINUE en B.A., SUR 5 APPUIS :

A traiter sur votre copie d'examen n°1.

Vous vous intéresserez à la poutre continue 250 x 400 du plancher haut du R.D.C., (cf. DT4 et DT5), située en façade EST, dont le schéma mécanique est le suivant :



1. Déterminez la valeur des charges permanentes G et d'exploitation Q (en kN/ml) appliquées à cette poutre (cf. S1 et S2 ANNEXE 1).

Pour la suite de l'étude, vous prendrez $G = 43$ kN/ml et $Q = 20$ kN/ml.

2. Justifiez la méthode de calcul à adopter, (cf. S3 ANNEXE 1), conformément aux prescriptions de l'article B.6.2,2 du B.A.E.L.
3. Tracez, sans aucun calcul, l'allure du diagramme enveloppe du moment fléchissant. Placez, sur ce diagramme, les valeurs minimales (sous forme littérale), imposées par l'annexe E.1 du B.A.E.L., sur appuis et en travées.
4. Calculez le coefficient α , la charge pondérée à l'E.L.U. P et le moment M_0 .
Rappel : $G = 43$ kN/ml et $Q = 20$ kN/ml.
5. Déterminez la valeur numérique des moments fléchissants sur les appuis de rive en tenant compte de la disposition préconisée par l'article B.6.8,414 du B.A.E.L.
6. Calculez la section d'armatures longitudinales A_{st} à prévoir sur l'appui 3 (cf. S4 ANNEXE 1), sachant que le moment fléchissant (pondéré) sur cet appui est égal à environ - 85 KN.m. Précisez à quel pivot se situe le calcul.
Positionnez les aciers choisis sur un croquis de la section verticale de la poutre, en y plaçant également les armatures transversales nécessaires (sans calcul).
7. Admettez que si $\mu_u > 0,300$, des aciers comprimés sont, a priori, nécessaires. Or, la valeur du moment fléchissant maximal en travée 1-2, entraîne un moment réduit μ_u égal à environ 0,325 (en prenant $b = 0,25$ m). Analysez ce résultat, sans faire aucun calcul, en proposant, de façon explicite, au moins deux solutions permettant d'éviter la mise en place d'aciers comprimés.

4 Etude n°2 : POTEAU en BETON ARME :

A traiter sur votre copie d'examen n°2 et compléter le Document réponse.

Vous vous intéresserez à l'un des poteaux porteurs de la poutre continue du plancher haut du R.D.C., située en façade EST (cf. DT2). Vous choisirez le poteau le plus chargé, parmi les 2 poteaux proposés.

1. En vous référant aux prescriptions de l'article B.8.1,1 du B.A.E.L., précisez clairement quel est, selon vous, le poteau le plus chargé (P2 ou P3).
2. Admettez les valeurs des charges pondérées appliquées sur les poutres (poids propres inclus) :

88 kN/ml pour les poutres des planchers hauts du R.D.C., du 1^{er} et du 2^{ème} étage.

67 kN/ml pour les poutres du plancher haut du 3^{ème} étage.

Calculez l'effort normal N_u agissant en pied du poteau du R.D.C. choisi à la question précédente. Détaillez votre descente de charge sur votre copie d'examen n°2, tout en complétant le Document Réponse, afin de mettre en évidence les zones d'influences. Les hauteurs des poteaux sont indiquées sur ce Document Réponse.

Pour la suite de l'étude, vous prendrez $N_u \approx 1710$ KN (pondérés).

3. Compte-tenu des dimensions de la section du poteau étudié, déterminez les sections minimale et maximale réglementaires d'armatures longitudinales, en appliquant les principes imposés par l'article A.8.1,2 du B.A.E.L.
4. Calculez la longueur de flambement du poteau étudié, en respectant les articles B.8.3,1 et B.8.3,3 du B.A.E.L., sachant que le poteau est considéré encasté dans sa semelle de fondation. Calculez l'élancement λ du poteau étudié.
5. Compte-tenu de la charge agissant sur le poteau et conformément à l'article B.8.4,1 du B.A.E.L., calculez la section d'armatures longitudinales A à prévoir, en admettant que plus de la moitié des charges est appliquée après 90 jours. Choisissez une section réelle (cf. §4 ANNEXE 1) d'armatures longitudinales en conformité avec la valeur A trouvée et avec celles trouvées à la question 3.
6. Déterminez le diamètre et l'espacement courant des armatures transversales, en respectant l'article A.8.1,3 du B.A.E.L.
7. Positionnez et désignez tous les aciers choisis sur un croquis de la section du poteau.

5 Etude n°3 : Plancher collaborant sur POUTRELLES HEB :

Acier des profilés HEB : contrainte limite à l'ELU : $f_y = 235 \text{ MPa}$ et $E = 210\,000 \text{ MPa}$.

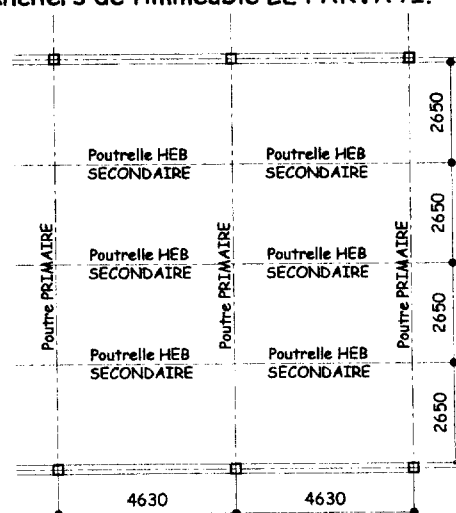
A traiter sur votre copie d'examen n°3.

Il s'agit d'envisager une variante concernant le mode constructif des planchers de l'immeuble LE PARVATI.

Les dalles alvéolées sont remplacées par un réseau de poutres métalliques porteur d'un plancher collaborant de faible épaisseur ("bacs acier + béton" : $d = 9 \text{ cm}$, cf. §6 ANNEXE 2).

Le réseau de poutres métalliques est constitué, conformément au plan schématique ci-contre, de :

- Poutres PRIMAIRES de très forte section, portant de poteau à poteau de façades opposées.
- Poutrelles SECONDAIRES HEB, de section à définir, (porteuses du plancher collaborant) en appui sur les poutrelles primaires et parallèles aux façades EST et OUEST.

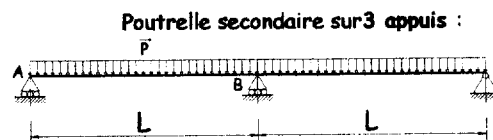
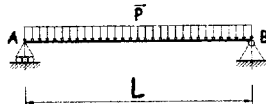


Vous vous intéresserez uniquement au dimensionnement des poutrelles SECONDAIRES.

1. Vérifiez, au préalable, que la portée envisagée pour le plancher collaborant est acceptable, en vous référant au §6 ANNEXE 2. et au §2 ANNEXE 1.
2. Déterminez la valeur des charges permanentes G et d'exploitation Q , en kN/ml de HEB secondaire (cf. §1 et §2 ANNEXE 1 et §6 ANNEXE 2).

Pour la suite de l'étude, vous prendrez $P \approx 17 \text{ kN/ml}$ (à l'E.L.S.) et $P \approx 24 \text{ kN/ml}$ (à l'E.L.U.).

Deux solutions envisagées : Poutrelle secondaire sur 2 appuis : ou



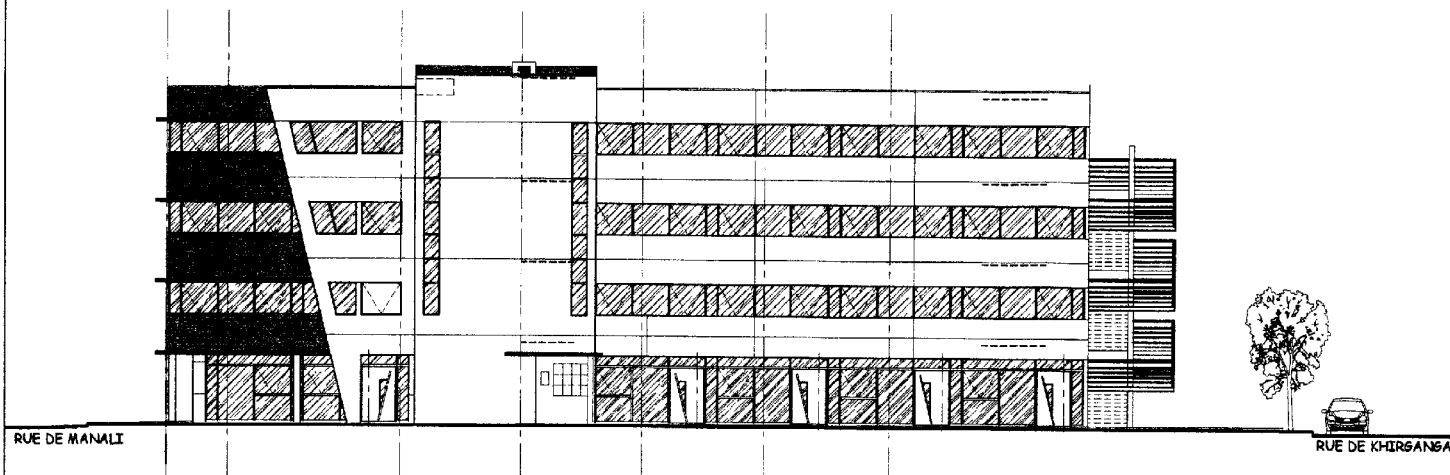
Dans le cadre de la solution ISOSTATIQUE :

3. Déterminez la section de HEB strictement suffisante, du point de vue RESISTANCE à la flexion et du point de vue DEFORMATION (flèche limitée au $1/300$ portée). (cf. §4 ANNEXE 1, §5 ANNEXE 2 et §7 et §9 ANNEXE 3).

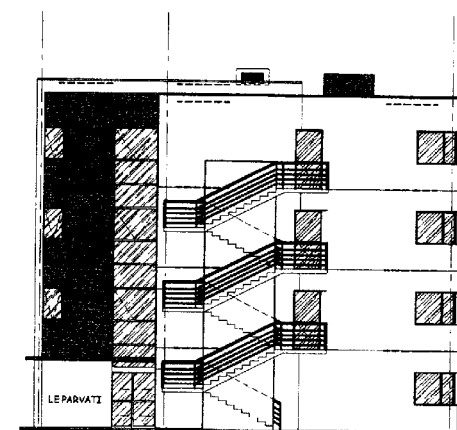
Dans le cadre de la solution HYPERSTATIQUE, une section de HEB 160 vous est proposée :

4. Vérifiez que ce choix satisfait la condition de RESISTANCE à la flexion (cf. §9 ANNEXE 3). Dans ce but, cf. §8 ANNEXE 3, démontrez que le moment fléchissant sur l'appui B vaut $- P.L^2/8$. Ce moment correspond au moment fléchissant maximal subi par la poutrelle ABC.
5. Vérifiez que ce choix satisfait la condition de RESISTANCE au cisaillement (cf. §9 ANNEXE 3), en admettant que l'effort tranchant maximal est égal à $5 P.L/8$.
6. Vérifiez que ce choix satisfait la condition de DEFORMATION (flèche limitée au $1/300$ portée). Dans ce but, admettez que $M_f = - P.L^2/8$ sur l'appui B et cf. §7 ANNEXE 3 et §10 ANNEXE 4, calculez la flèche maximale (atteinte approximativement à mi-portée des 2 travées).

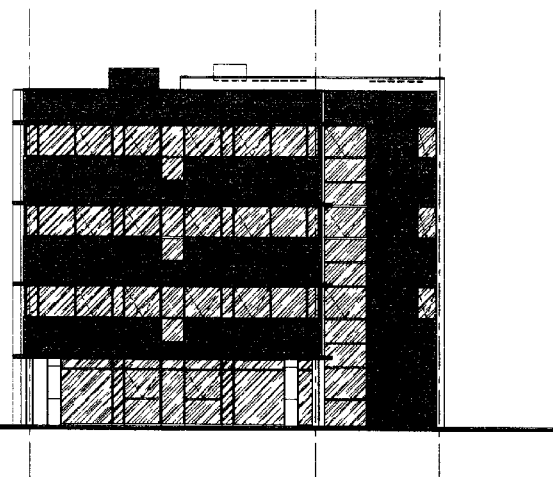
Façade EST



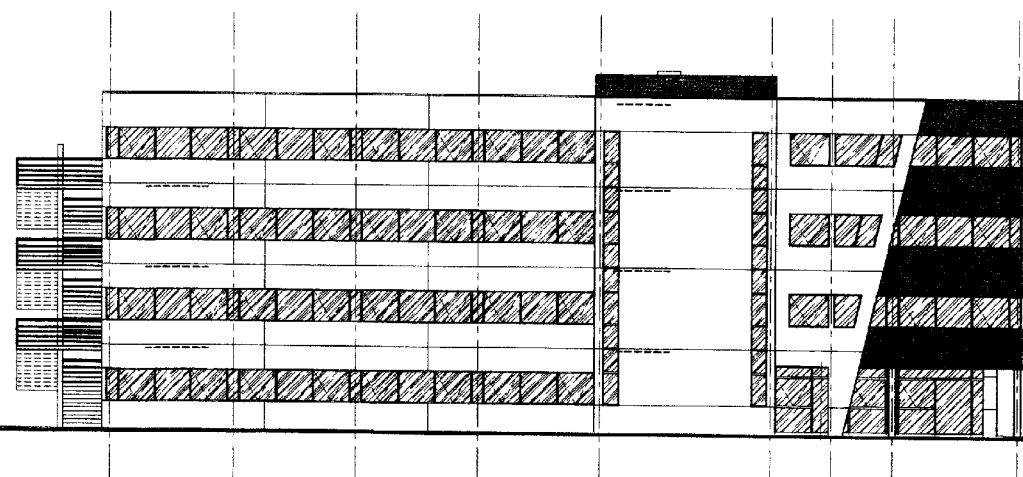
Façade NORD

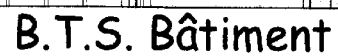


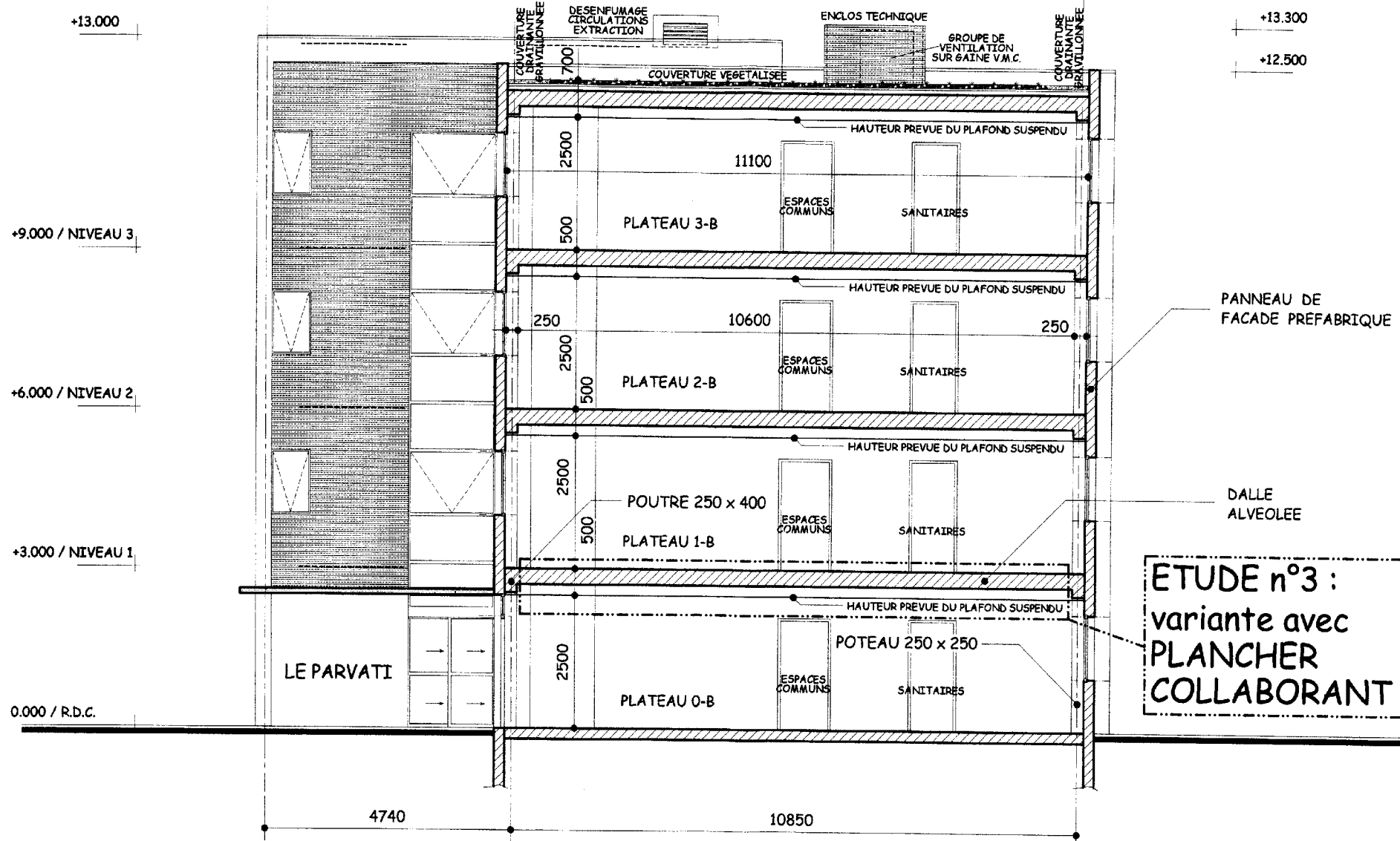
Façade SUD

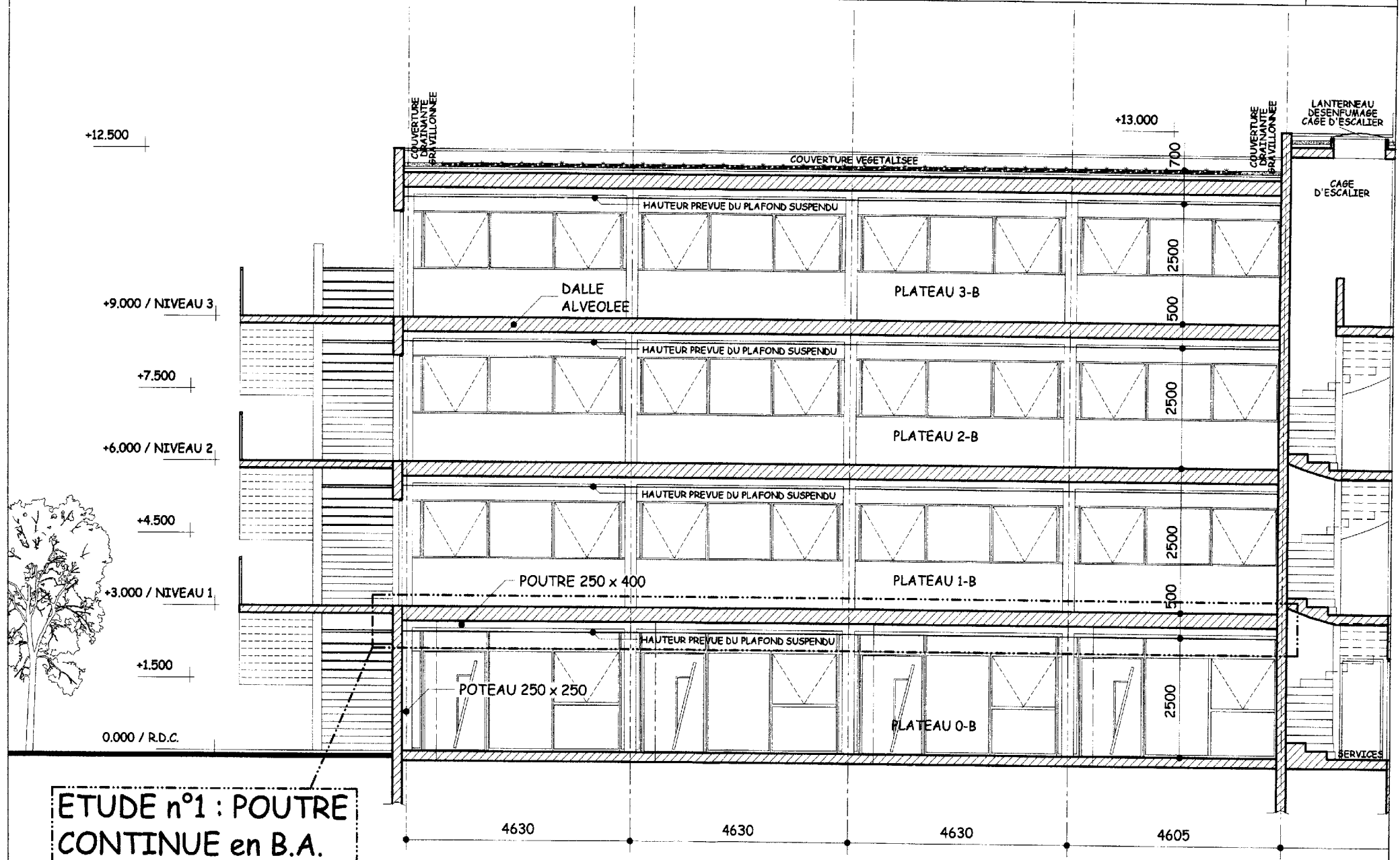


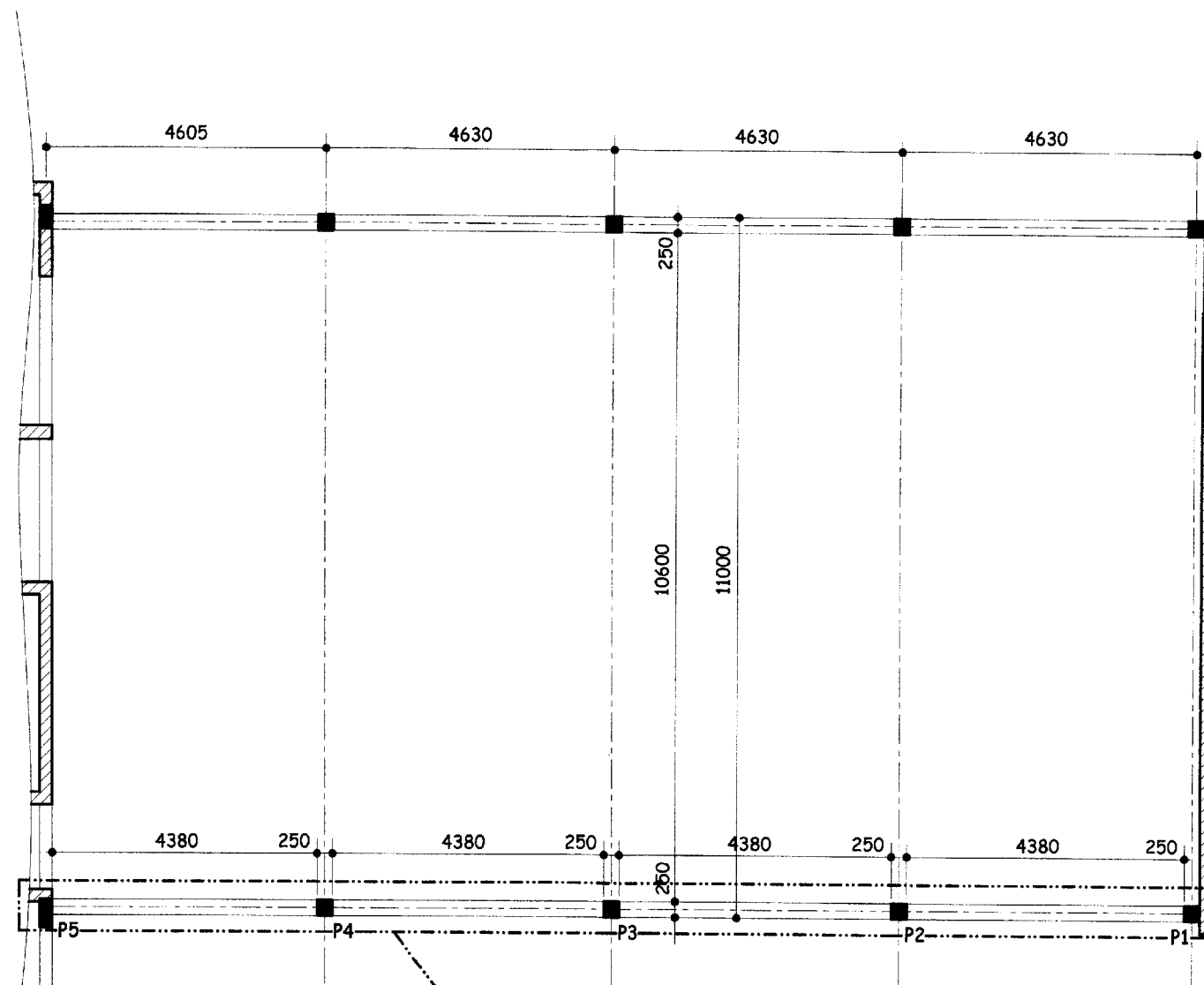
Façade OUEST











ETUDE n°1 : POUTRE CONTINUE en B.A.

ANNEXE 1 HYPOTHESES GENERALES : CHARGES et MATERIAUX

1 Charges permanentes :

1.1 Données spécifiques aux études n°1 et 2 :

- Poids volumique du béton armé : **25,00 kN/m³**.
- Poids surfacique des dalles alvéolées : **5,00 kN/m²**.
- Poids surfacique du revêtement de sol : **0,60 kN/m²**.
- Poids surfacique du plafond suspendu fixé en sous-face des dalles alvéolées : **0,20 kN/m²**.
- Poids linéique MOYEN des panneaux de façade : **9,00 kN/ml**.

1.2 Données spécifiques à l'étude n°3 :

- Poids surfacique du revêtement de sol : **0,28 kN/m²**.
- Poids surfacique du plancher collaborant (d = 9 cm : bacs acier + béton) : cf. §6 ANNEXE 2.
- Poids linéique de pré-dimensionnement des profilés HEB : **0,60 kN/ml**.
- Poids surfacique du plafond suspendu fixé aux HEB : **0,20 kN/m²**.

2 Charges d'exploitation :

Les différents étages de l'immeuble « LE PARVATI » sont à usage de « bureaux paysagers ».
La charge d'exploitation à prendre en compte est donc égale à **3,50 kN/m²**.

3 Degré d'exposition du béton armé :

Béton des poteaux et des poutres en B.A. à l'abri des intempéries et du risque de condensation.

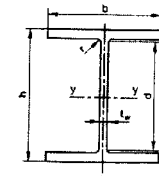
4 Caractéristiques dimensionnelles des aciers pour béton armé :

Diamètre en mm	Masse en kg/ml	Périmètre en cm	Sections pour n barres, en cm²									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,571	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96
6	0,222	1,885	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	2,513	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	3,142	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,888	3,770	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,208	4,398	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,578	5,027	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,466	6,283	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,853	7,854	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,313	10,053	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,865	12,566	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

ANNEXE 2

Profilés HEB - Plancher collaborant

5 Profilés HEB 100 à 280 :



										z		i							
Section	Dimensions				W _{pl,z} (I _z /V _z)	I _y cm ⁴	W _{pl,y} (I _y /V _y) cm ³	I _y cm	W _{pl,y} cm ³	A _{vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _{pl,z} (I _z /V _z) cm ³	I _z cm	W _{pl,z} cm ³	A _{vy} cm ²				
	h	b	p	t															
100	100	6,0	10	12	50	20,4	20,0	0,507	27,76	649,5	80,9	4,18	104,2	9,0	176,2	23,4	2,53	51,4	21,8
120	120	6,5	11	12	74	26,7	34,0	0,086	25,71	864,4	144,1	5,04	105,2	11,0	314,7	52,9	3,06	81,0	27,6
140	140	7,0	12	12	92	32,7	43,0	0,005	23,00	1 500,2	215,0	5,93	245,4	13,1	549,5	75,5	3,58	119,0	34,9
160	160	9,0	13	15	104	42,0	54,3	0,014	21,36	2 402,0	311,5	6,78	354,9	17,0	899,0	111,1	4,00	170,0	43,4
180	180	8,5	14	15	122	51,2	65,3	1,007	30,25	3 631,1	425,7	7,96	491,4	20,2	1 382,5	151,4	4,57	251,0	52,0
200	200	9,0	15	18	134	61,3	76,1	1,151	10,78	5 080,2	590,8	8,54	542,5	24,8	2 002,9	200,3	5,06	305,8	62,4
220	220	9,5	16	18	152	71,5	91,9	1,270	17,77	6 091,0	735,5	9,43	627,0	27,9	2 842,7	258,4	5,59	363,3	70,0
240	240	10,0	17	21	164	83,2	108,0	1,384	16,83	11 259,3	938,2	10,31	1 053,1	33,2	3 821,9	326,8	6,00	440,4	84,7
260	260	10,0	17,5	24	177	90,0	118,4	1,499	16,12	14 919	1 147,8	11,22	1 282,9	37,8	5 134,0	364,0	6,58	602,2	94,4
280	280	10,5	18	24	186	103,1	131,4	1,619	15,60	19 270	1 378,4	12,11	1 554,4	41,1	6 503,7	404,0	7,00	717,8	104,4

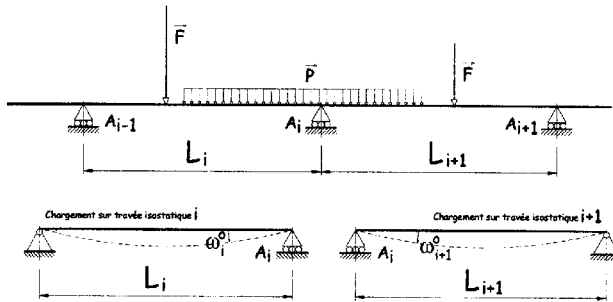
ANNEXE 3 FLECHES - Relation des 3 MOMENTS - EUROCODE 3

7 Valeurs de FLECHES :

Chargement	FLECHE à mi-travée	Chargement	FLECHE en extrémité de console
	$\frac{F \cdot L^3}{48 EI}$		$\frac{F \cdot L^3}{3 EI}$
	$\frac{5 P \cdot L^4}{384 EI}$		$\frac{P \cdot L^4}{8 EI}$

8 Relation des 3 moments :

$$M_{i-1} \cdot L_i + 2 M_i \cdot (L_i + L_{i+1}) + M_{i+1} \cdot L_{i+1} = 6 EI (\omega_{i+1}^0 - \omega_i^0)$$



Chargement	ω_i^0	ω_{i+1}^0
	$\frac{F_i \cdot L_i^2}{16 EI}$	$-\frac{F_{i+1} \cdot L_{i+1}^2}{16 EI}$
	$\frac{P_i \cdot L_i^3}{24 EI}$	$-\frac{P_{i+1} \cdot L_{i+1}^3}{24 EI}$

9 Principe de vérification à l'E.L.U.,

conforme à l'EUROCODE 3, d'un profilé métallique :

$$M_u \leq W_{pl} \cdot f_y$$

$$V_u \leq \frac{A_v \cdot f_y}{2\sqrt{3}}$$

A_v est la part de l'aire de la section du profilé reprenant l'essentiel de l'effort de cisaillement. L'aire A_v est donnée dans les tableaux des caractéristiques dimensionnelles des profilés.

ANNEXE 4

Intégrales de MOHR

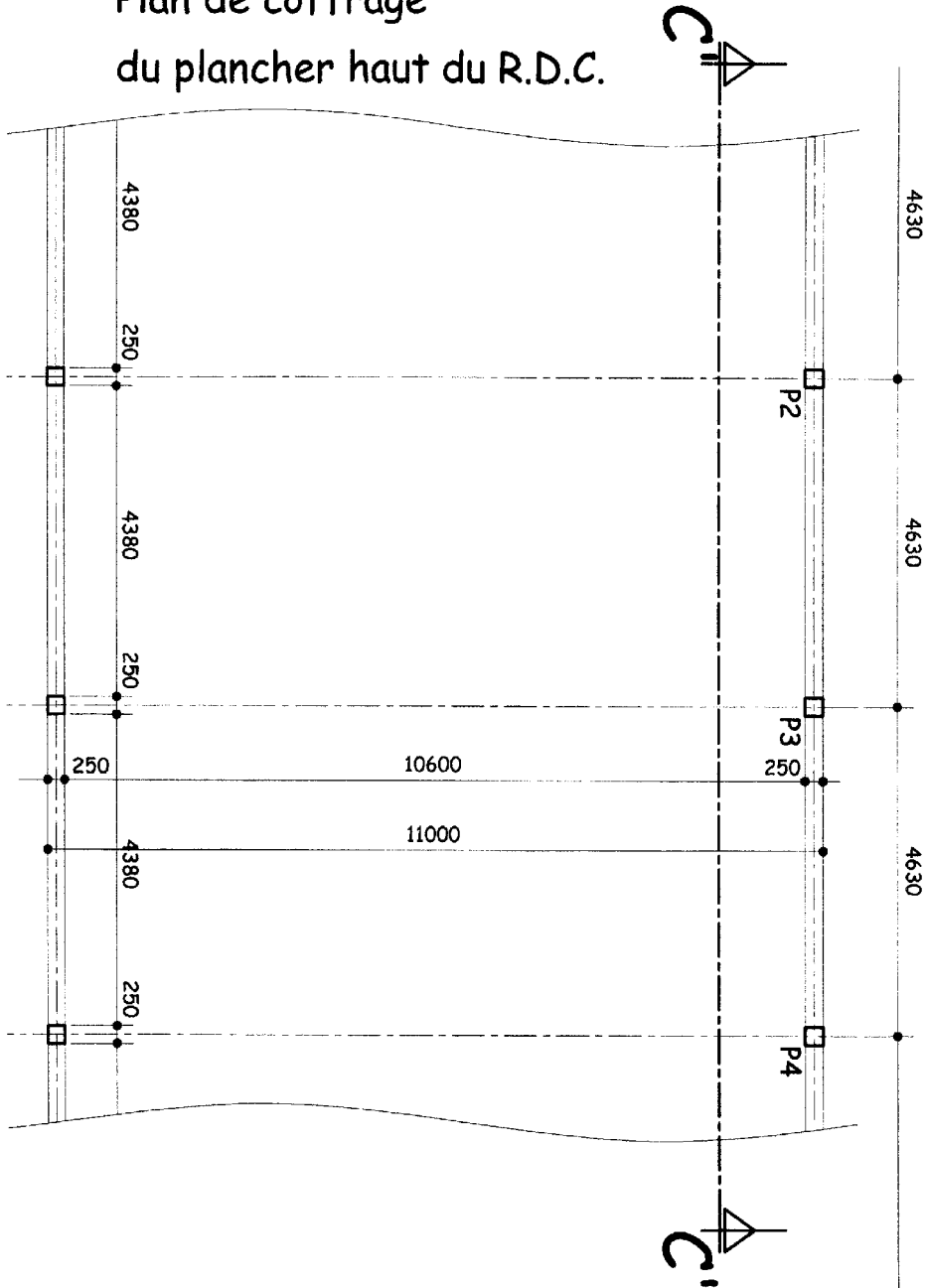
Tableau des intégrales de MOHR : $\int m_i(x) m_j(x) dx$

$m_j(x)$	$m_1(x)$	$m_2(x)$	$m_3(x)$	$m_4(x)$	$m_5(x)$	$m_6(x)$	$m_7(x)$	$m_8(x)$	$m_9(x)$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$
	$LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{3} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j M_j$	$\frac{1}{6} LM_j (2M_j + M'_j)$	$\frac{1}{6} LM_j (M_j + M'_j)$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$	$\frac{1}{2} LM_j M_j$

Dans le tableau, M_i , M_j , M'_i , M'_j , sont les extrêmes des fonctions $m_i(x)$ et $m_j(x)$. Ils sont à prendre en valeurs algébriques.

DESCENTE DE CHARGES sur POTEAU le plus chargé du R.D.C.

Plan de coffrage du plancher haut du R.D.C.



Coupe longitudinale C'C'

