

EPREUVE E4 - ETUDE DES CONSTRUCTIONS

SOUS EPREUVE U 41

ELABORATION D'UNE NOTE DE CALCUL DE STRUCTURES

DUREE : 4 HEURES COEFFICIENT : 2

IMMEUBLE " NATION "

COMPOSITION DU DOSSIER

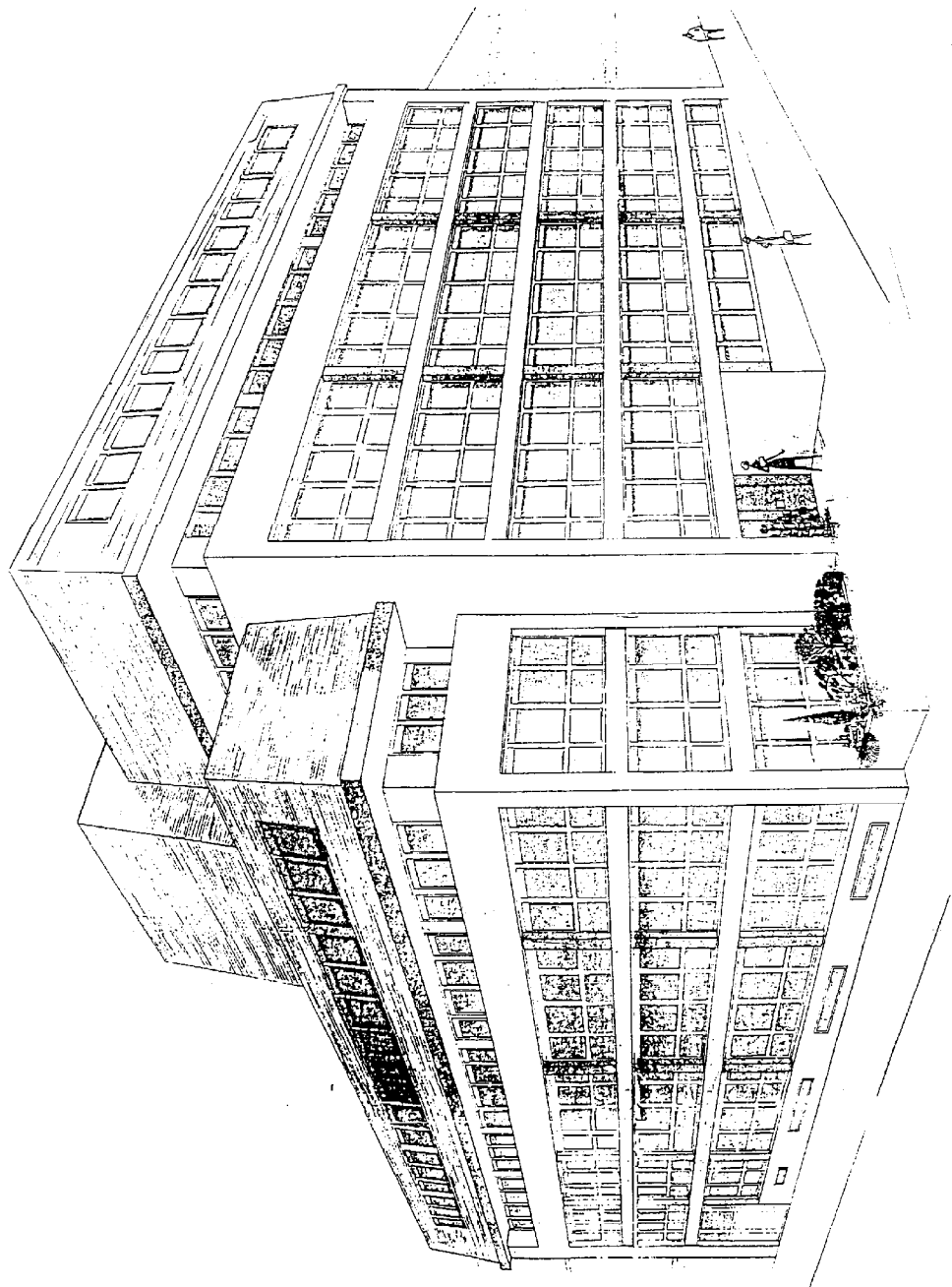
Document 1/9 : Perspective - Plan de masse.
Document 2/9 : Plan de coffrage PH niveau 4.
Document 3/9 : Plan de coffrage partiel PH niveau 5.
Document 4/9 : Coupe partielle AA.
Document 5/9 : Poutre 29-30-31 (définition des surfaces reprises).
Document 6/9 : Formulaire - Tableau des sections d'acier - Intégrales de Mohr.
Document 7/9 : Sujet.
Document 8/9 : Sujet
Document 9/9 : Documents réponse (à rendre avec votre copie).

DOCUMENT ET MATERIEL AUTORISES

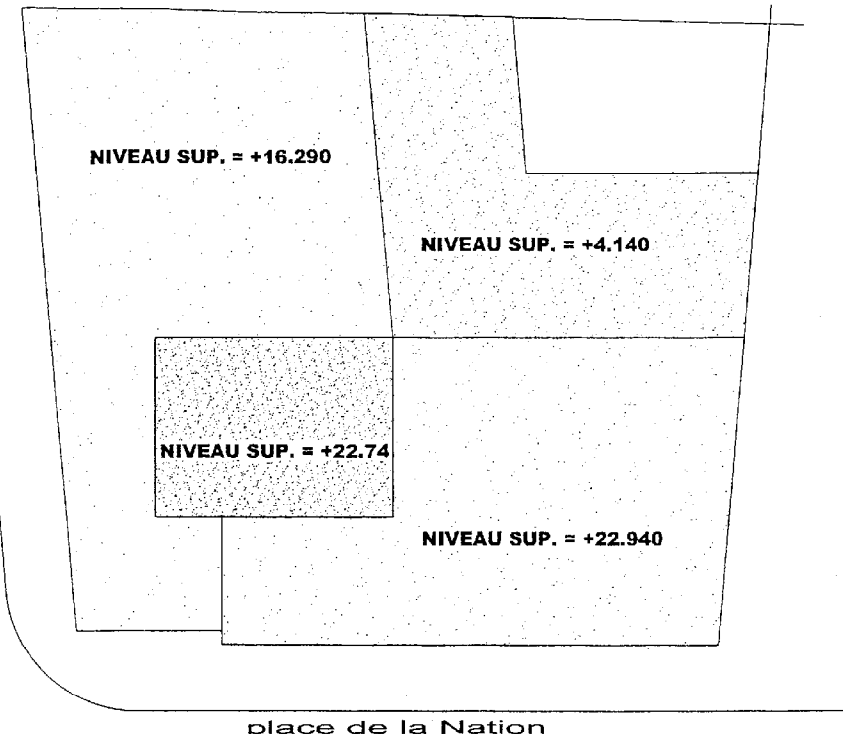
Règles B.A.E.L.
Calculatrice.

BAREME

Etude A : 12 points (AI : 1,5 pts ; AII : 6 pts ; AIII : 3 pts ; AIV : 1,5 pts)
Etude B : 3 points
Etude C : 5 points



rue des lilas



place de la Nation

Immeuble "NATION"

**PERSPECTIVE
PLAN DE MASSE**

Echelle : 0.005

Document : 1/9

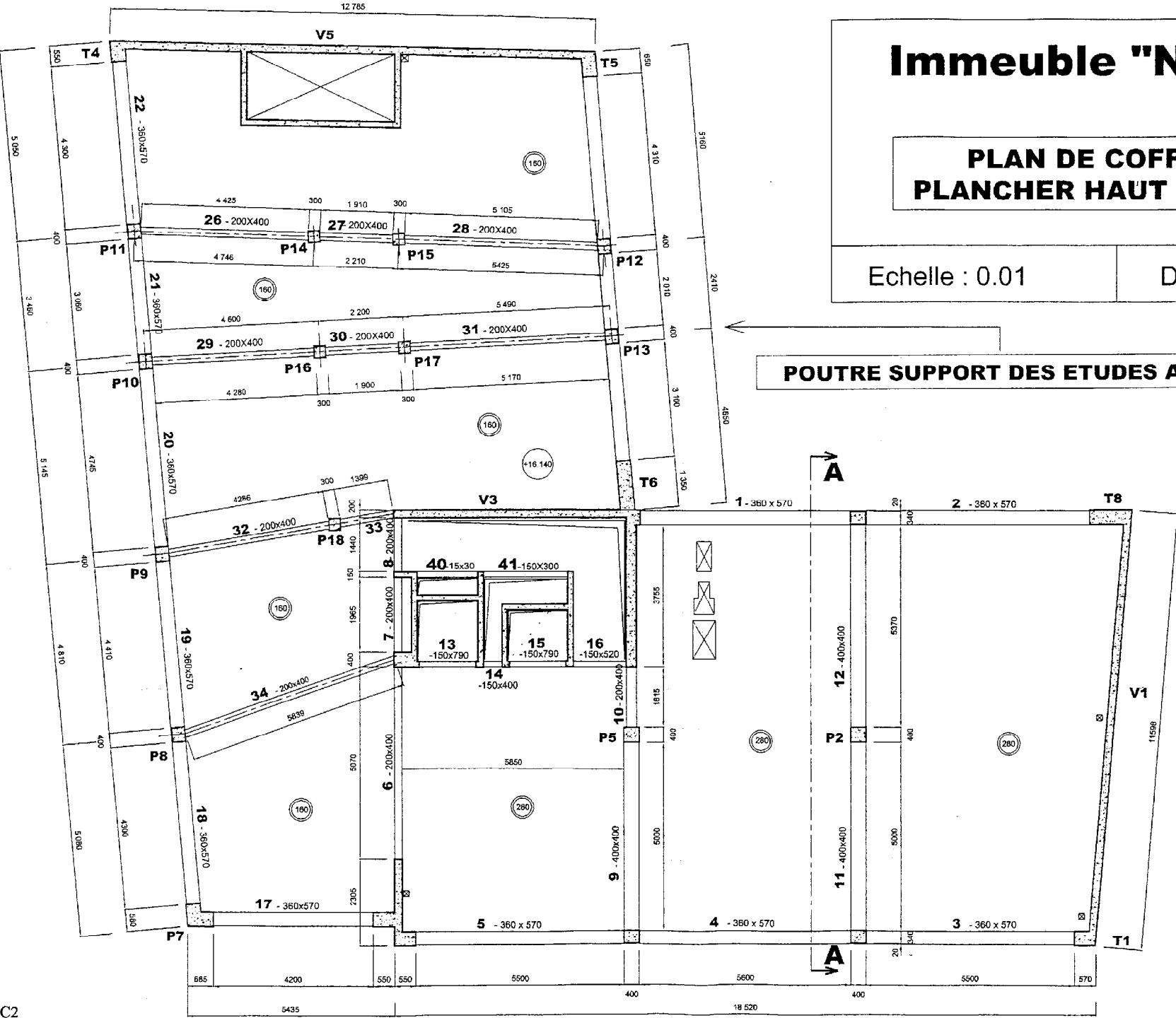
Immeuble "NATION"

PLAN DE COFFRAGE PLANCHER HAUT NIVEAU 4

Echelle : 0.01

Document : 2/9

POUTRE SUPPORT DES ETUDES A et B

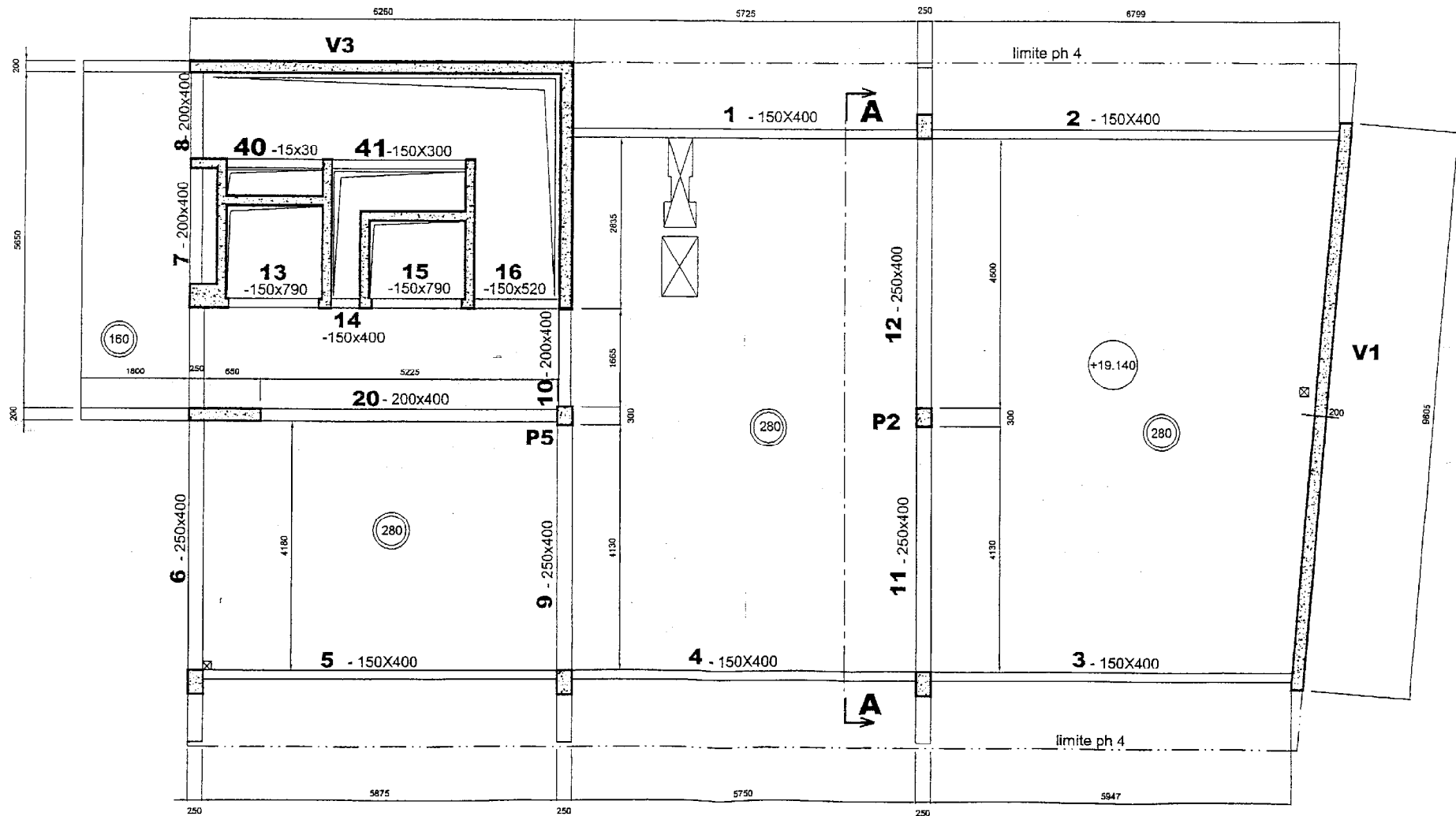


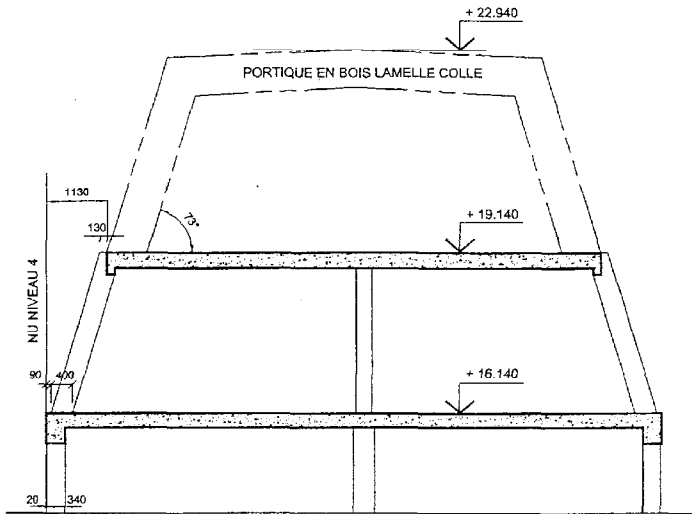
Immeuble "NATION"

PLAN DE COFFRAGE PARTIEL PLANCHER HAUT NIVEAU 5

Echelle : non définie

Document : 3/9





Immeuble "NATION"

COUPE PARTIELLE AA

Echelle : 0.01

Document : 4/9

BTE4ENC2

Immeuble "NATION"

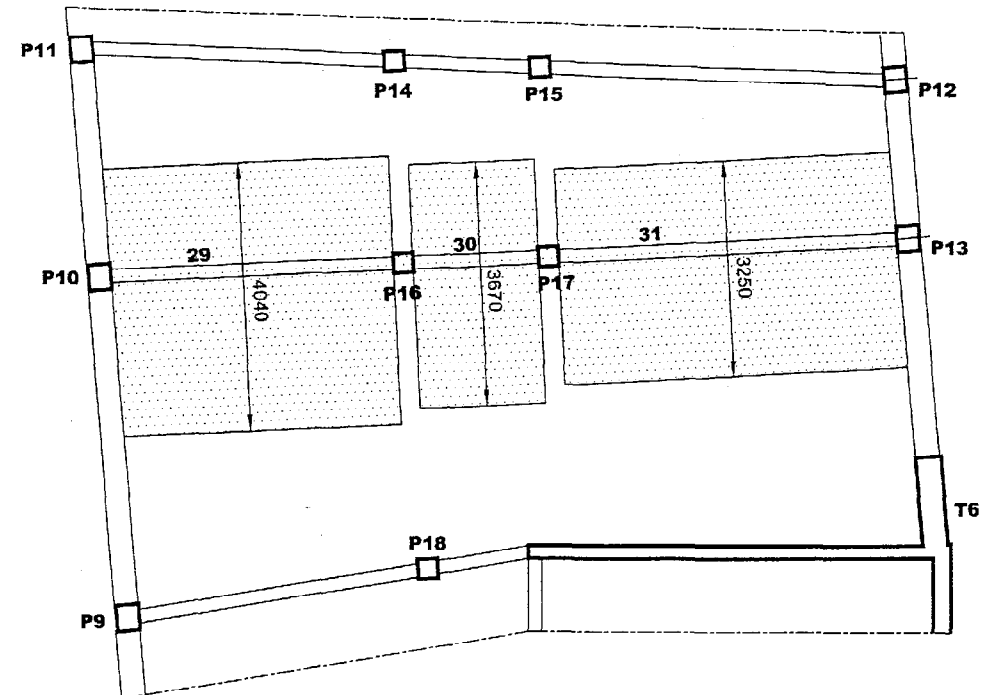
POUTRE 29-30-31

Définition des surfaces reprises

Echelle : non définie

Document : 5/9

Hypothèse simplificatrice : zones d'influence du chargement



DOCUMENTS 4 ET 5/9

Formulaire

Expression du moment fléchissant dans une travée de poutre continue :

$$M(x) = M_o(x) + M_w \left(1 - \frac{x}{l}\right) + M_e \left(\frac{x}{l}\right)$$

$M_o(x)$: moment fléchissant dans la travée isostatique,
 M_w : moment fléchissant sur l'appui gauche,
 M_e : moment fléchissant sur l'appui droit,
 l : portée de la travée considérée.

Attention : avec toutes les valeurs algébriques

Tableau des Sections d'Acier (en cm ²)										
ϕ (mm)	1 ϕ	2 ϕ	3 ϕ	4 ϕ	5 ϕ	6 ϕ	7 ϕ	8 ϕ	9 ϕ	10 ϕ
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

Tableau des intégrales de MOHR : $\int_0^L m_i(x) \times m_j(x) dx$

		$\frac{1}{2} L M_i M_j$	$\frac{1}{2} L M_i M_j$	$\frac{1}{6} L (2M_i + M_j) M_j$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (1 + \frac{x'}{L})$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$
		$\frac{1}{2} L M_i M_j$	$\frac{1}{2} L M_i M_j$	$\frac{1}{6} L (M_i + 2M_j) M_j$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (1 + \frac{x'}{L})$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$
		$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (2M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L (2M_i M_j + M_i M_j + M_j M_i + 2M_i^2 M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j [M_i (1 + \frac{x'}{L}) + M_j (1 + \frac{x'}{L})]$	$\frac{1}{4} L M_i M_j (M_i + M_j)$
		$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + 2M_j)$	$\frac{1}{6} L (2M_i M_j + M_i M_j + M_j M_i + 2M_i^2 M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (1 + \frac{x'}{L})$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$
		$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L (2M_i M_j + M_i M_j + M_j M_i + 2M_i^2 M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (1 + \frac{x'}{L})$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$
		$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (M_i + M_j)$	$\frac{1}{6} L (2M_i M_j + M_i M_j + M_j M_i + 2M_i^2 M_j)$	$\frac{1}{6} L M_i M_j (1 + \frac{x'}{L})$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$
		$\frac{2}{3} L M_i M_j$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (3M_i + 5M_j) M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j (3 + \frac{3x'}{L} - \frac{x'^2}{L^2})$	$\frac{17}{48} L M_i M_j$
		$\frac{2}{3} L M_i M_j$	$\frac{5}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (5M_i + 3M_j) M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j (3 + \frac{3x'}{L} - \frac{x'^2}{L^2})$	$\frac{17}{48} L M_i M_j$
		$\frac{2}{3} L M_i M_j$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (3M_i + 5M_j) M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j (3 + \frac{3x'}{L} - \frac{x'^2}{L^2})$	$\frac{17}{48} L M_i M_j$
		$\frac{2}{3} L M_i M_j$	$\frac{1}{4} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (3M_i + 5M_j) M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j (3 + \frac{3x'}{L} - \frac{x'^2}{L^2})$	$\frac{17}{48} L M_i M_j$
		$\frac{1}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (M_i + M_j) M_j$	$\frac{1}{3} L M_i M_j (1 + \frac{xx'}{L^2})$	$\frac{5}{12} L M_i M_j$
		$\frac{1}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (M_i + M_j) M_j$	$\frac{1}{3} L M_i M_j (1 + \frac{xx'}{L^2})$	$\frac{5}{12} L M_i M_j$
		$\frac{1}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (M_i + M_j) M_j$	$\frac{1}{3} L M_i M_j (1 + \frac{xx'}{L^2})$	$\frac{5}{12} L M_i M_j$
		$\frac{1}{48} L M_i M_j$	$\frac{1}{48} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (M_i + 3M_j) M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j (\frac{3x'}{L} - \frac{x'^2}{L^2})$	$\frac{7}{48} L M_i M_j$
		$\frac{1}{48} L M_i M_j$	$\frac{1}{48} L M_i M_j$	$\frac{1}{12} L (M_i + 3M_j) M_j$	$\frac{1}{12} L M_i M_j (\frac{3x'}{L} - \frac{x'^2}{L^2})$	$\frac{7}{48} L M_i M_j$

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.

IMMEUBLE “ NATION ”

Présentation

Une caisse d'assurance maladie a saisi l'opportunité d'acheter un immeuble vétuste jouxtant son siège dans le centre historique d'une ville moyenne. Cet immeuble a été détruit afin de permettre le regroupement des activités de la caisse sur un même site. La construction du nouvel immeuble “ Nation ” a donc été décidée en respectant l'architecture générale du siège existant.

Ce nouvel immeuble a été édifié sur un terrain situé à l'angle d'une rue et d'une place. Il se décompose en parties de hauteurs différentes (voir plan masse, document 1/9).

Le Maître d'Ouvrage exigeait des surfaces libres importantes. Dans ces conditions, le Maître d'Oeuvre a retenu une ossature constituée de poutres et poteaux en béton armé, apparents en façade. Les éléments de remplissage sont non porteurs.

Le dernier niveau est traité en combles aménagés avec une charpente en bois lamellé collé apparente.

Les planchers sont réalisés en dalle pleine coulée sur prédalles précontraintes ou en dalles alvéolaires. Il n'est pas prévu de traitement particulier des reprises de bétonnage.

Etude A : Poutre Continue 29-30-31

Cette poutre fait partie de l'ossature du niveau 4 (voir document 2/9).

Dans cette zone, les planchers sont en dalle pleine coulée sur prédalles (épaisseur : 6 cm).

Charges : Les charges à prendre en compte sont :

charges permanentes :

- poids propre (dalle et poutre) : poids volumique du béton armé = 25 kN/m^3 .
- chape en mortier (épaisseur 4 cm) : poids volumique = $0.2 \text{ kN/m}^2/\text{cm}$ d'épaisseur.
- revêtement de sol textile = 0.08 kN/m^2 .

charges variables:

- exploitation = 4 kN/m^2 .

Matériaux : Béton : $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$. Acier : FeE 500, $f_e = 500 \text{ MPa}$.

Conditions de fissuration : la fissuration est supposée peu préjudiciable.

Question A I

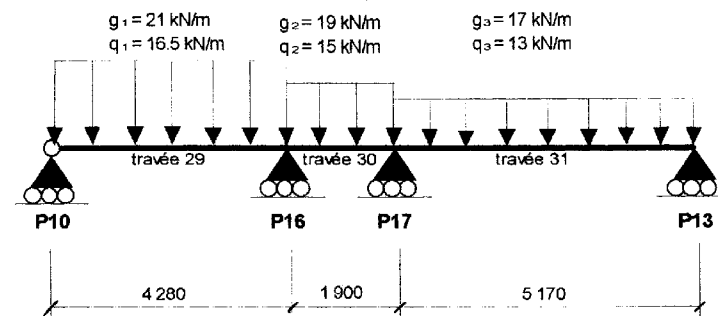
☞ **A I - 1** - Donner et justifier le sens de portée des dalles adjacentes à la poutre étudiée. On pourra faire un schéma sur la feuille de copie.

Compte tenu de la géométrie de l'ossature, nous adopterons pour la suite une hypothèse simplificatrice pour la répartition des charges sur la poutre (voir document 5/9)

☞ **A I - 2** - Calculer les taux de charge uniformément répartie, à l'ELU, pour les 3 travées de la poutre 29-30-31.

Question A II

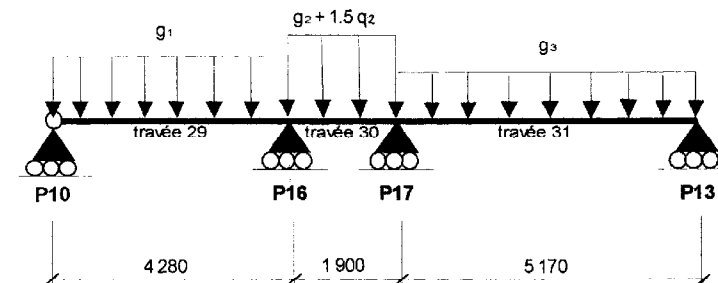
Pour la suite, on adoptera le schéma mécanique suivant :



☞ **A II - 1** - Pour le calcul des sollicitations le long de la poutre, justifier que l'on puisse utiliser la méthode Caquot.

☞ **A II - 2** - Définir à l'aide d'un schéma, sur la copie et sans calculs, le cas de charges susceptible de donner les moments maximaux sur les appuis intermédiaires.

☞ **A II - 3** - Avec le cas de charges suivant :



calculer les moments sur appuis P16 et P17 puis étudier la variation du moment fléchissant le long de la travée 30 (on pourra utiliser le formulaire, document 6/9)

☞ **A II - 4** - Compléter le document réponse (document 9/9) avec votre diagramme, puis tracer la courbe enveloppe des moments fléchissants le long de la travée 30.

Question A III

Dans la travée 30, on retiendra comme valeur pour le moment fléchissant $M_u = -106 \text{ kN.m}$.

☞ **A III - 1** - Calculer la section d'aciers longitudinaux en travée 30.

☞ **A III - 2** - Faire le schéma d'armatures correspondant.

Question A IV

On se place dans la travée 29, la valeur de l'effort tranchant au voisinage de l'appui de rive est : $V_u = 93,5 \text{ kN}$:

☞ **A IV - 1** - vérifier l'article A.5.1,2, choisir les armatures transversales et calculer le premier espacement (distance entre deux nappes consécutives) et représenter les armatures dans une section droite.

Etude B : Vérifications Réglementaires

On se propose dans cette étude d'effectuer des vérifications réglementaires sur la poutre continue 29-30-31 (voir documents 2/9 et 5/9) :

- quant à l'opportunité de réaliser un calcul de flèche ;
- vis à vis des dimensions de l'appui P17.

Question B I : déformations

Les déformations excessives du gros-œuvre occasionnent des désordres au niveau du second œuvre et en particulier dans les cloisons, aussi d'une manière générale, ces déformations doivent être limitées.

☞ B I - 1 - En se référant à l'article B.6.5,1 du BAEL, vérifier s'il est indispensable de procéder au calcul de la flèche maximum dans la travée 31.

- On donne :
- $M_t = 95 \text{ kN.m}$ (moment fléchissant maximal en travée à l'ELU),
 - M_0 : Moment maximum dans la travée de comparaison avec : $g = 17 \text{ kN/m}$ et $q = 13 \text{ kN/m}$.
 - $A = 6 \text{ HA } 16$ (section des aciers tendus).

Question B II :

☞ B II - 1 - En se référant à l'article A.5.1.322 du BAEL, vérifier si les dimensions du poteau P17 (300 x 300) respectent la longueur d'appui de la bielle de compression (article A5.1.313).

- On donne :
- $|V_{17d}| = 130 \text{ kN}$ (effort tranchant sur P17 à droite de la ligne d'appui),
 - $|V_{17g}| = 55 \text{ kN}$ (effort tranchant sur P17 à gauche de la ligne d'appui).

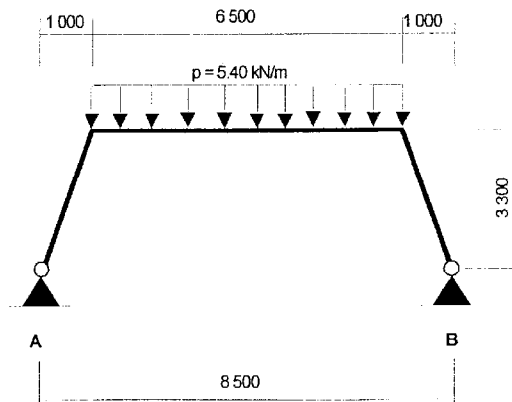
Etude C : Portique en Bois Lamellé Colle

Ce portique constitue la partie haute de l'ossature (voir document 4/9).

Il est réalisé en bois lamellé collé et articulé en pied sur le reste de l'ossature.

Les effets de l'effort normal $N(x)$ et de l'effort tranchant $V(x)$ seront négligés, et EI est constant le long du portique.

La modélisation retenue pour cette étude est définie ci-contre :

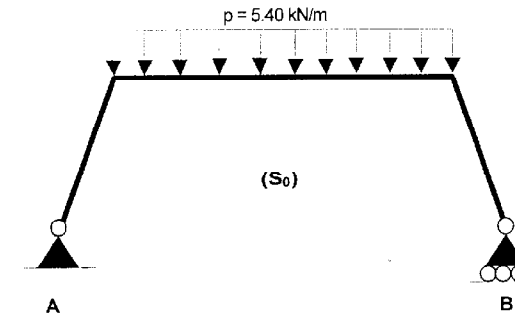


Question C I

☞ C I - 1 - Montrer que ce portique est hyperstatique de degré 1.

Question C II

On donne la structure isostatique associée (S_0) :

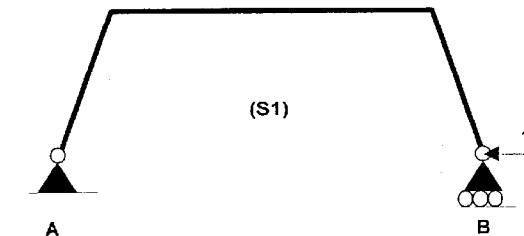


☞ C II - 1 - Calculer les actions de contact en A et B.

☞ C II - 2 - Tracer, sur le document réponse (document 9/9), les diagrammes du moment fléchissant le long de la structure isostatique associée (S_0).

Question C III

On donne la structure associée (\bar{S}_1) soumise à un effort horizontal unitaire appliqué en B :



☞ C III - 1 - Tracer, sur le document réponse (document 9/9), les diagrammes du moment fléchissant le long de la structure associée (\bar{S}_1).

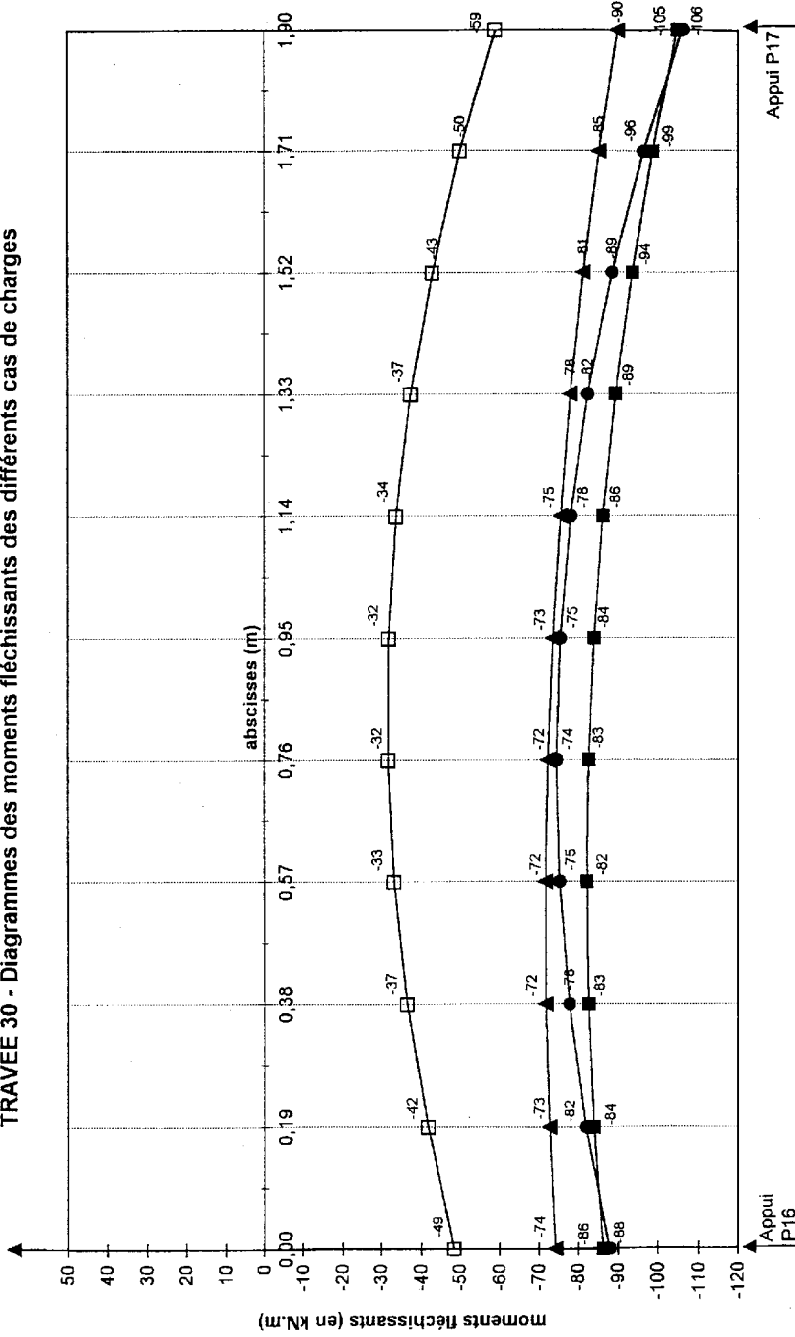
Question C IV

☞ C IV - 1 - En utilisant la méthode des forces, calculer l'effort horizontal en B.

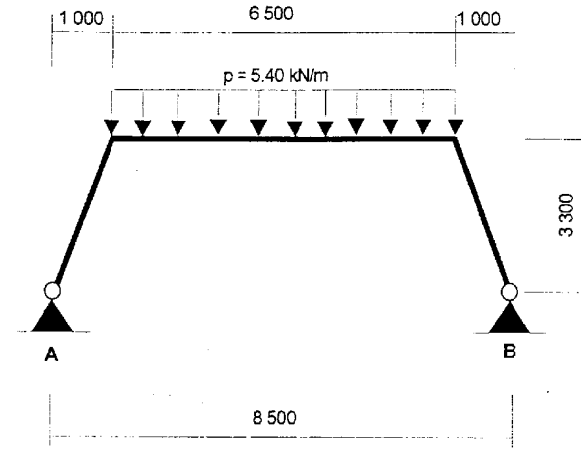
☞ C IV - 2 - Donner les actions de contact en A et B pour la structure initiale (S).

DOCUMENTS REPONSE

TRAVEE 30 - Diagrammes des moments fléchissants des différents cas de charges



PORTIQUE EN BOIS LAMELLE COLLE



DIAGRAMMES DES MOMENTS FLECHISSANTS

