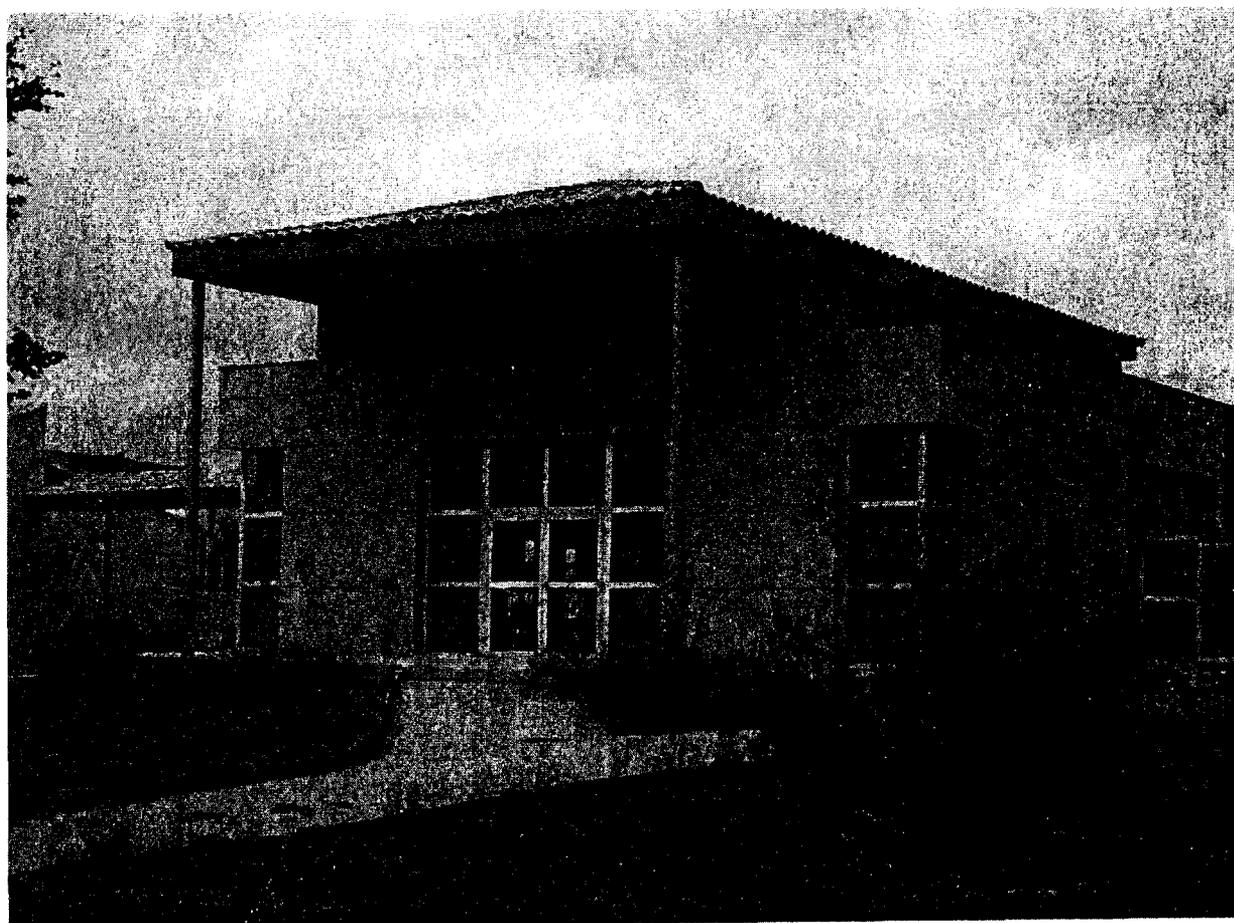


# EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-Epreuve : U 41

Elaboration d'une note de calcul de structures

## CONSTRUCTION D'UNE CANTINE SCOLAIRE



Durée : 4 h

coefficient : 2

## CONTENU DU DOSSIER

### DOSSIER TECHNIQUE (Dossier et pièces graphiques) :

- DT 1 : plan de masse
- DT 2 : façades
- DT 3 : plancher haut RDC cantine
- DT 4 : coupe B-B sur plancher haut RDC cantine
- DT 5 : passerelle; coupe A-A sur passerelle
- DT 6 : toiture-couverture

### DOSSIER SUJET :

- Travail demandé : DS1 à DS6

### DOSSIER REPONSE :

- DR 1 : tracé des sollicitations sur l'arbalétrier

### ANNEXES :

- Annexe 1 : Formule des 3 moments et rotations sur appuis.
- Annexe 2 : Sollicitations sur la passerelle et déformée.
- Annexe 3 : Caractéristiques géométriques et mécaniques des profilés IPE
- Annexe 4 : Tableau d'armatures

### BAREME INDICATIF:

- |                  |       |   |
|------------------|-------|---|
| • Question I :   | 3 pts | } Toutes les questions sont indépendantes |
| • Question II :  | 6 pts |   |
| • Question III : | 5 pts |   |
| • Question IV :  | 6 pts |   |

Documents autorisés : règlement BAEL

Calculatrice autorisée

## PRESENTATION DE L'OUVRAGE

L'étude porte sur la construction d'une cantine scolaire. Cet ouvrage est raccordé au bâtiment d'enseignement déjà existant par une passerelle.

La cantine est constituée essentiellement d'un seul niveau avec une zone plus haute (attique voir DT1, DT2, DT3, DT4) permettant de libérer un grand volume et un meilleur éclairage de la pièce. L'ossature porteuse est réalisée en béton armé dont les caractéristiques sont données ci-après. La charpente de l'attique est constituée de deux arbalétriers métalliques reliés par un tirant. La toiture-terrasse est inaccessible.

La passerelle qui sert de lien avec l'existant est essentiellement constituée d'éléments métalliques.

## CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES SUR L'OUVRAGE

- BETON ARME (quel que soit l'élément étudié):

béton :  $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

armatures :  $f_e = 500 \text{ MPa}$  (S500)

poids volumique :  $25 \text{ kN/m}^3$

- PROFILES METALLIQUE (annexe 2)

Contrainte limite admissible :  $235 \text{ MPa}$

**EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

Sous-Epreuve : U 41

Elaboration d'une note de calcul de structures

**DOSSIER  
SUJET**

## TRAVAIL DEMANDE :

**I. ETUDE POTEAU BETON ARME SUPPORT D'AUVANT**

- LOCALISATION : DT2, DT3

Le poteau est soumis à un effort normal ultime (poids propre compris) :

- $N_u = 570 \text{ kN}$
- La longueur libre du poteau est  $L_0 = 4,70 \text{ m}$ . La longueur de flambement considérée vue les liaisons sera de :  $L_f = 4,70 \text{ m}$
- Plus de la moitié des charges est appliquée entre 28 et 90 jours.
- $I = \frac{\pi D^4}{64}$  ;  $i = \sqrt{\frac{I}{B}}$  ;

avec :  $D$  : diamètre

$B$  : aire de la section droite

$I$  : moment quadratique

$i$  : rayon de giration

**I.1.** Déterminer les aciers longitudinaux

**I.2.** Déterminer les aciers transversaux ainsi que leur espacement

**I.3.** Proposer un schéma coté de la section droite du poteau mettant en évidence la disposition réglementaire des aciers. (enrobage, espacement, diamètres)

**II. ETUDE DE LA POUTRE CONTINUE BETON ARME (PLANCHER HAUT DU RDC) REPOSANT SUR P4, P3 ET LE VOILE DE LA FILE A**

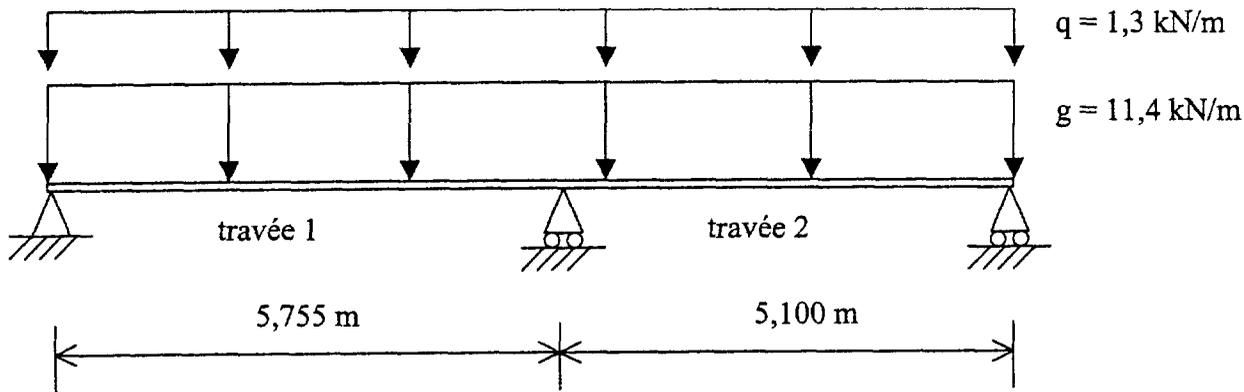
- LOCALISATION : DT3, DT4

**Données :**

- Charges permanentes amenées au niveau + 74,100 :  $1,4 \text{ kN/m}$
- Poids surfacique de la maçonnerie d'épaisseur 20 cm :  $1,75 \text{ kN/m}^2$  de façade.
- Les menuiseries seront comptabilisées en vide pour plein.
- La toiture-terrasse est composée d'une dalle pleine béton armé de 18 cm d'épaisseur surmontée d'une étanchéité bi-couche ( $0,12 \text{ kN/m}^2$ ) et d'une protection de 5 cm de gravillon ( $0,2 \text{ kN/m}^2/\text{cm}$  d'épaisseur).
- La charge d'exploitation sur la toiture-terrasse est égale à  $1,5 \text{ kN/m}^2$
- La poutre étant située à l'intérieur du bâtiment la fissuration sera jugée peu préjudiciable.

**II.1.**Déterminer les charges  $g$  et  $q$ .

○ Pour la suite de l'étude, on prendra :



**II.2.**Justifier que la méthode forfaitaire est applicable.

**II.3.**Tracer l'allure des moments fléchissants le long de la poutre. Calculer les moments maximums en travée et sur appui à l'aide de cette méthode.

**II.4.**Calculer la section d'acier longitudinale dans la travée 1 en considérant comme  $|M_{f_{\max i}}| = |M_{t_1}| = 54 \text{ kN.m}$ .  
Vérifier la condition de non-fragilité (article BAEL A.4.2)

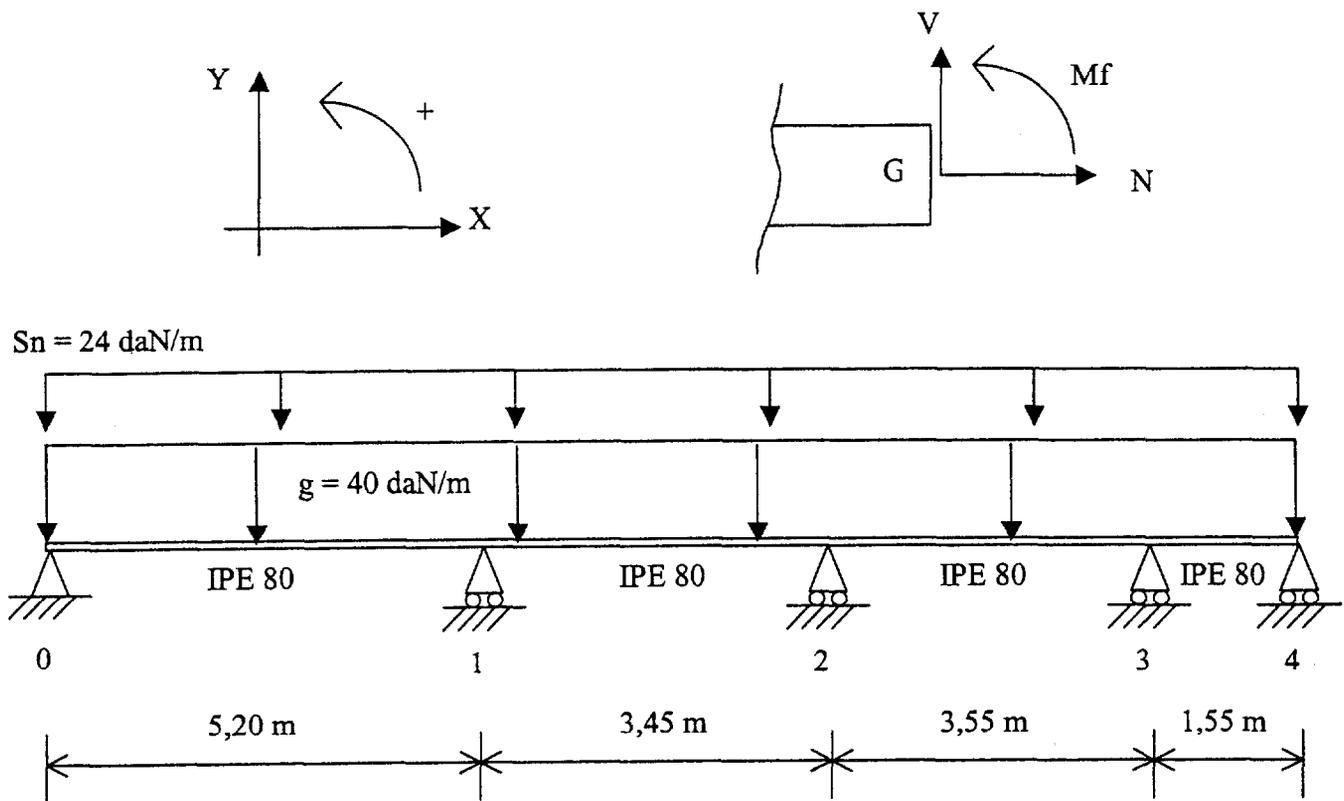
**II.5.**Proposer un schéma complet de la section de la poutre en mettant en évidence le choix et la position des armatures

### III. ETUDE D'UNE DES POUTRES METALLIQUES CONTINUES DE LA PASSERELLE.

• LOCALISATION : DT5

- La toiture de la passerelle est constituée de poutres continues. Celle étudiée est localisée sur le document DT5. La contrainte maximale à ne pas dépasser dans le matériau est de 235 MPa. La flèche admissible maximale en travée est limitée à  $L/300$ .

Dans une 1<sup>ère</sup> approche, on choisit la modélisation mécanique suivante :



PONDERATION DES CHARGES ELU :  $1,35g + 1,5S_n$

- En utilisant le théorème des 3 moments sur l'appui 1 (travée 0-1 et 1-2) , on obtient :

$$17,3 M_1 + 3,45 M_2 = -4087,6 \text{ daN.m}^2$$

- En utilisant le théorème des 3 moments sur l'appui 2 (travée 1-2 et 2-3) , on obtient :

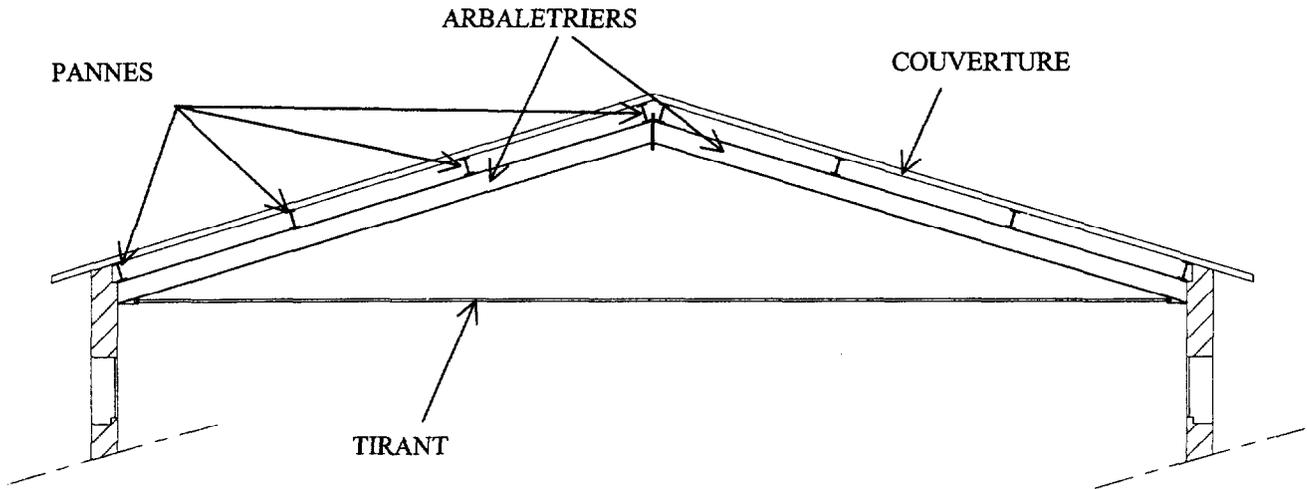
$$3,45 M_1 + 14 M_2 + 3,55 M_3 = -1930,5 \text{ daN.m}^2$$

- III.1.** En utilisant le théorème des 3 moments sur l'appui restant, trouver l'équation reliant  $M_2$  et  $M_3$ .
- III.2.** Calculer les valeurs numériques des moments de flexion sur appuis.
- III.3.** Vérifier que le profilé IPE 80 convient bien du point de vue de la contrainte normale. On adoptera comme valeur du moment maximal le moment sur l'appui 1:  $M_1 = - 225 \text{ daN.m}$
- III.4.** En réalité, dans la travée 0-1, le profilé choisi est un IPE 100 (voir plan DT5 et annexe 2 : poutre continue  $EI = \text{cste}$  : IPE 80). Quel autre critère a influé sur le choix d'un IPE 100. Expliquer.

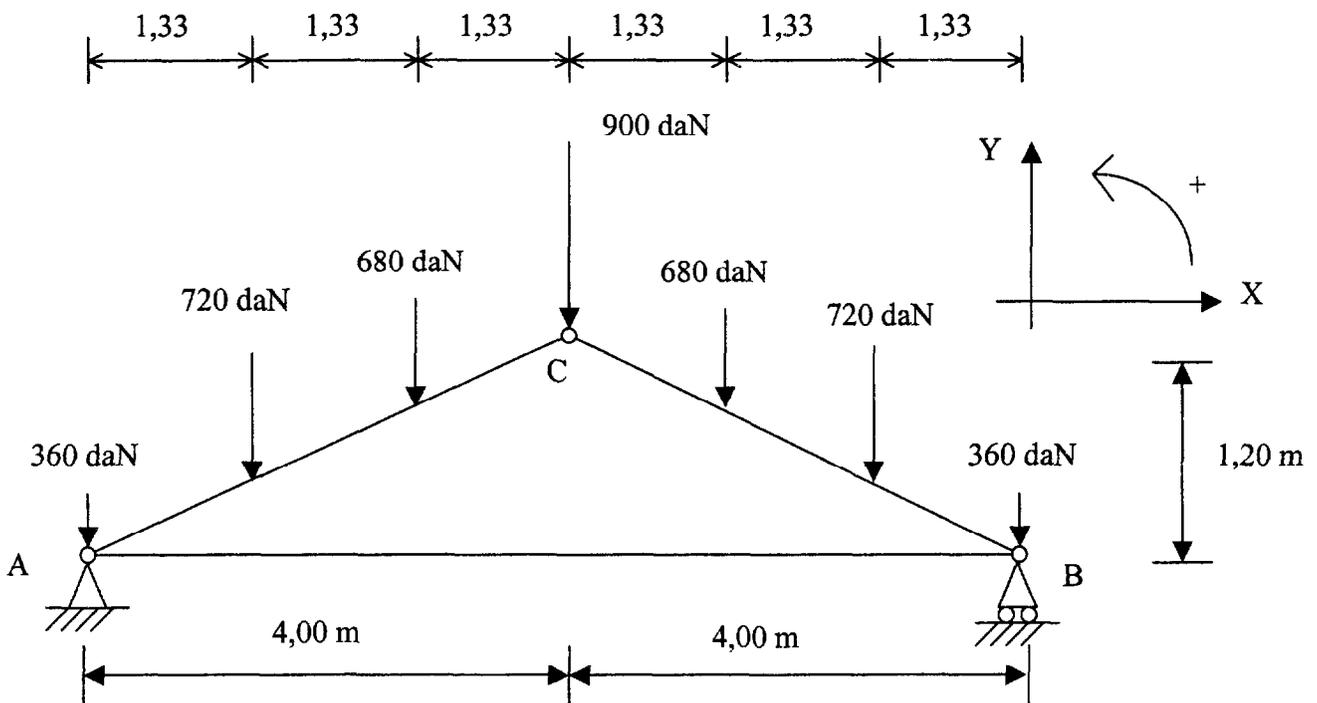
**IV. ETUDE DE LA FERME AU-DESSUS DE L'ATTIQUE DE LA CANTINE.**

• LOCALISATION : DT4, DT6

On étudie dans cette partie la charpente de l'attique constituée de 2 arbalétriers en profilé IPE 140 reliés par un tirant métallique constitué d'un câble.



La modélisation mécanique proposée est :



Nota : le poids propre des éléments (arbalétriers, tirant) est négligé.  
La pondération des charges ci-dessus est à l'ELS.

**ETUDE DU TIRANT METALLIQUE**

- IV.1. Montrer que la structure est isostatique
- IV.2. Calculer les réactions d'appui en A et B.(combinaison ELS)
- IV.3. Calculer l'effort dans le tirant  $N_{ELS}$ .
- IV.4. Calculer la section minimale du tirant permettant de résister en contrainte ( prendre  $N_U = 5321$  daN ). La contrainte limite de l'acier composant le tirant est de 355 MPa.

**ETUDE DE L'ARBALETRIER A L'ELU**

L'étude mécanique mène au bilan mécanique proposé dans le DR1

- IV.5. Tracer les diagrammes des sollicitations  $N$ ,  $V$ ,  $M_f$  le long de l'arbalétrier AC.
- IV.6. En prenant comme valeur maximum des sollicitations :
  - $N_{u_{max}} = - 5850$  daN
  - $|V_{u_{max}}| = 950$  daN
  - $M_{u_{max}} = 1310$  daN.m

Vérifier que l'arbalétrier constitué d'un IPE 140 est bien dimensionné du point de vue de la contrainte normale, la contrainte limite étant de 235 MPa.

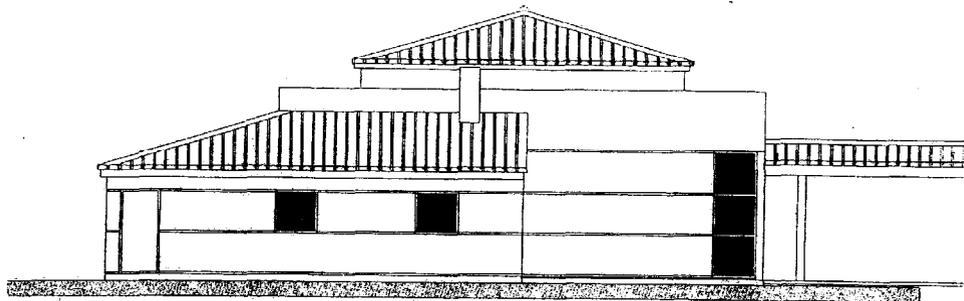
**EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

Sous-Epreuve : U 41

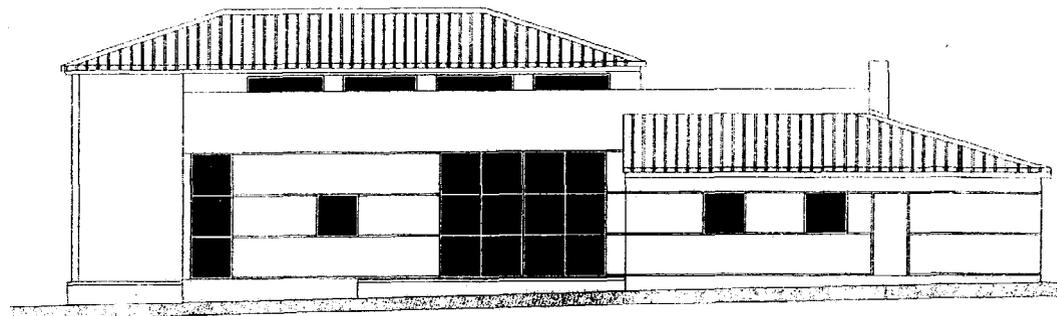
Elaboration d'une note de calcul de structures

**DOSSIER  
TECHNIQUE**

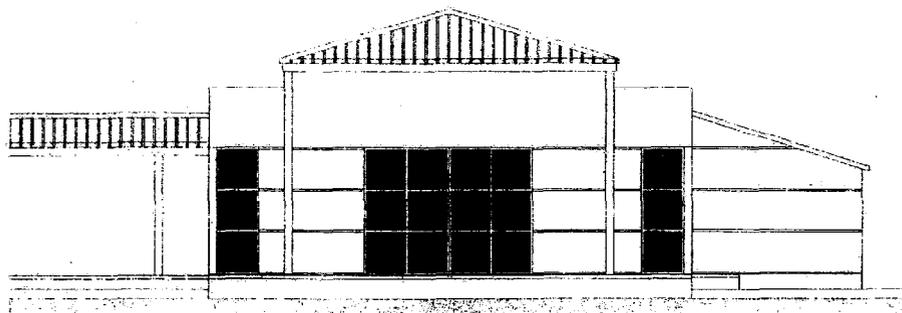




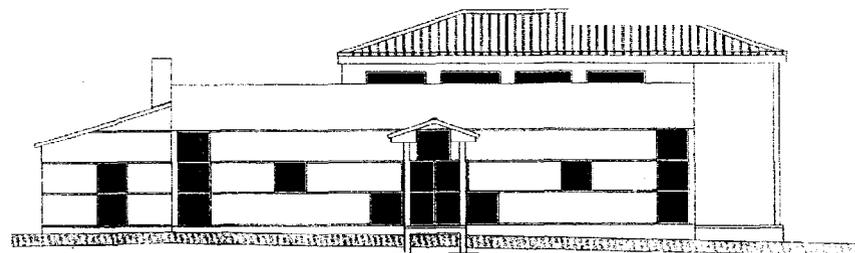
FACADE NORD



FACADE EST



FACADE SUD



FACADE OUEST

U4.1 : élaboration d'une  
note de calcul

FACADES

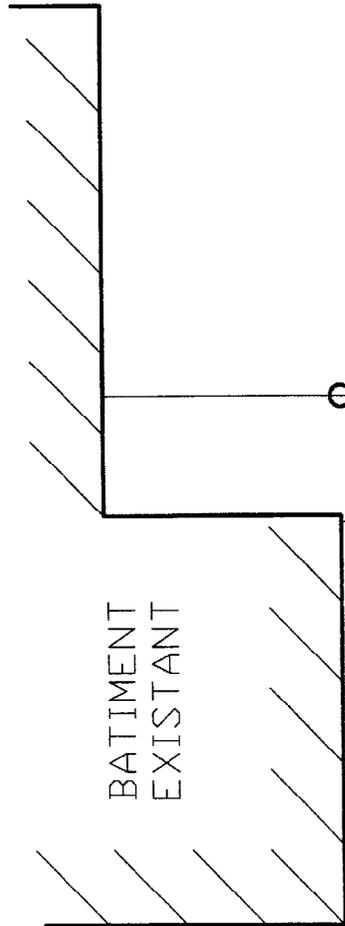
DT2

PR : Poutre en Retombée

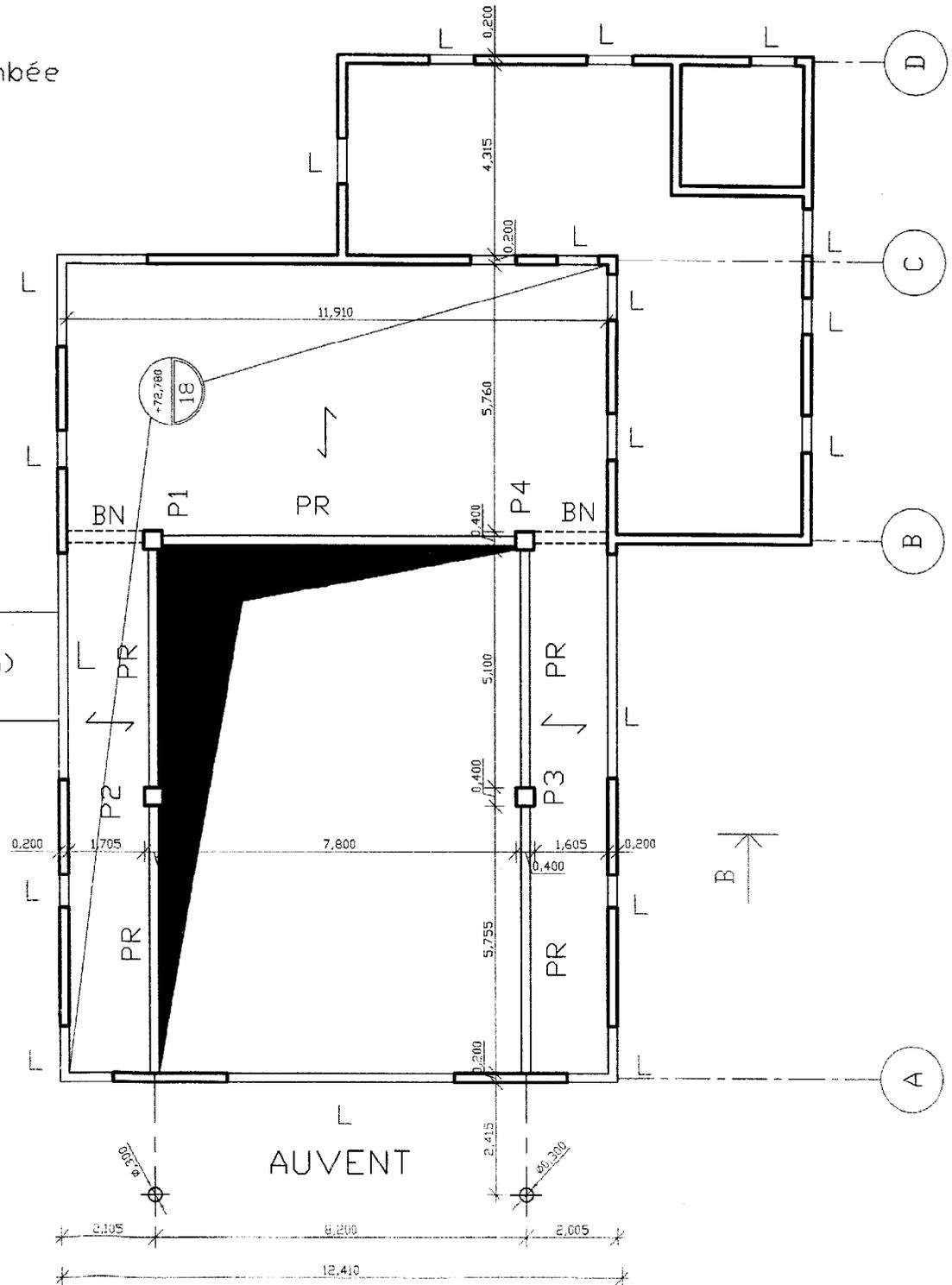
BN : Bande Noyée

L : linteau

Pi : poteau i

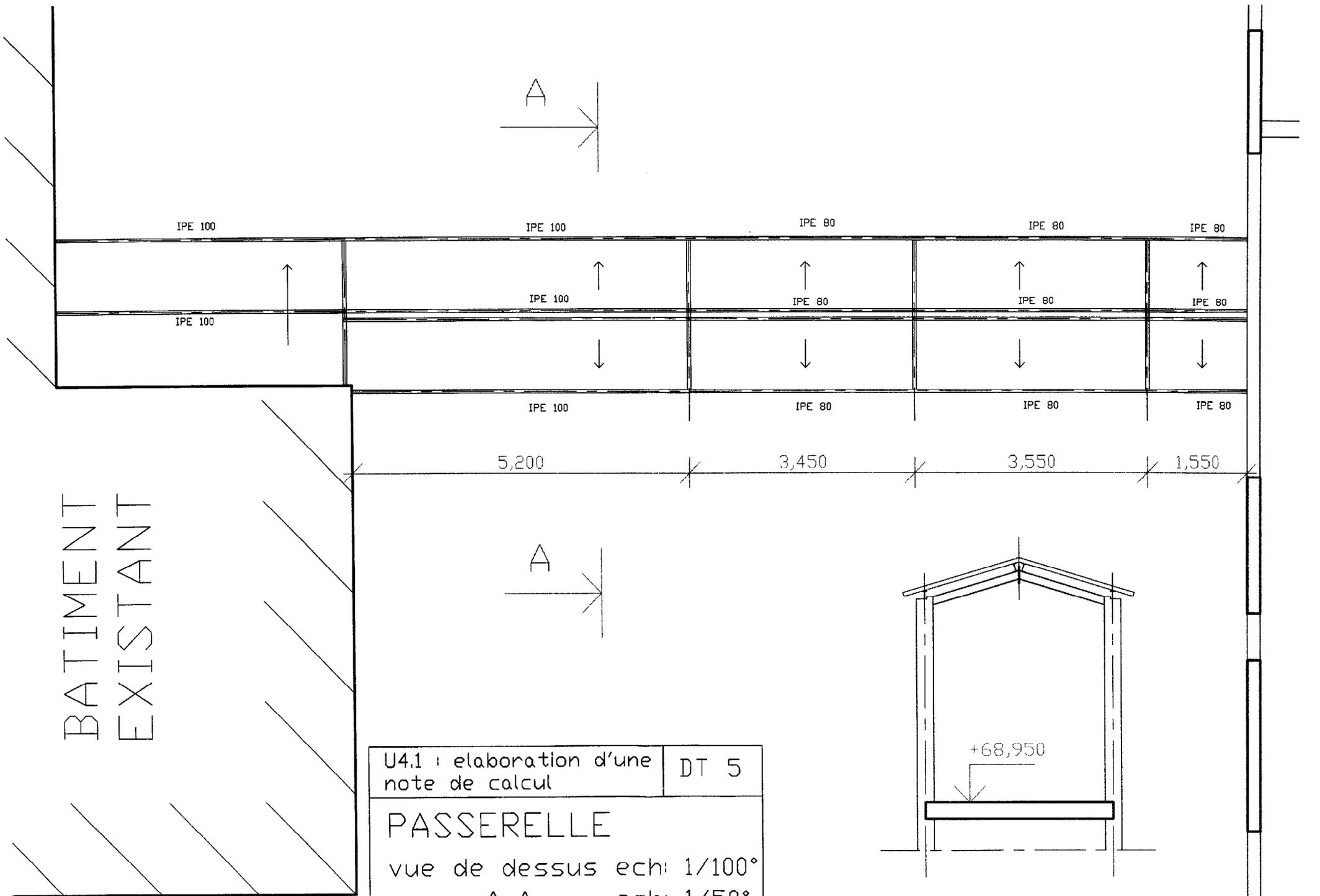


ZONE PASSERELLE (voir DT 5)



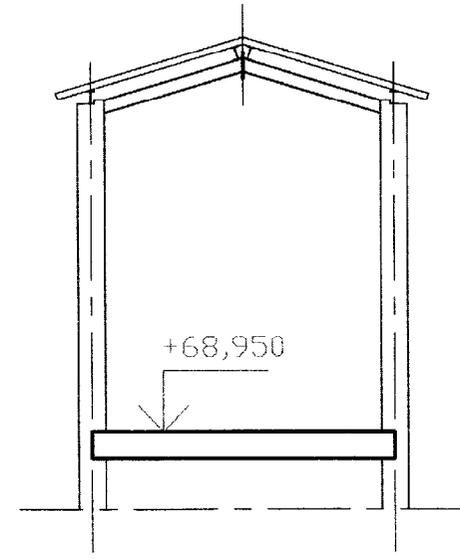
U4.1 : elaboration d'une note de calcul	
PLANCHER HAUT RDC CANTINE	
DT3	ech: 1/100°



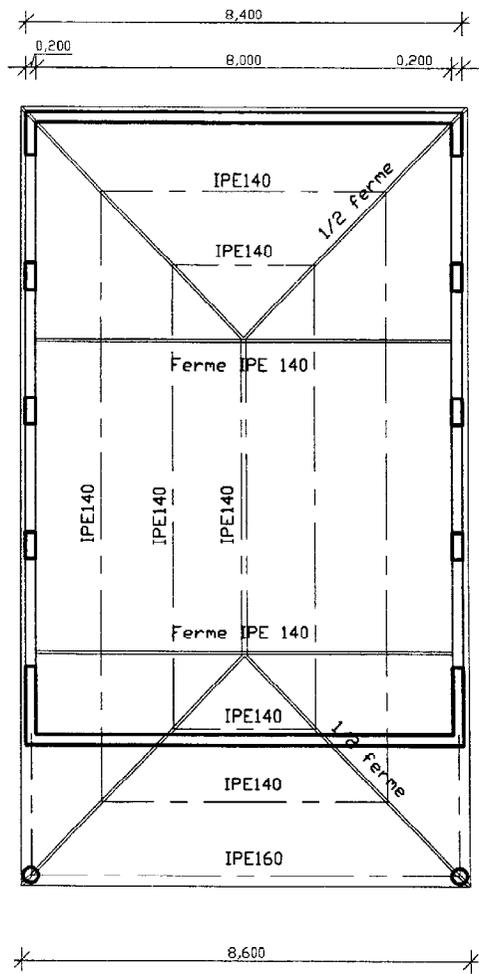


BATIMENT  
EXISTANT

U4.1 : elaboration d'une note de calcul	DT 5
PASSERELLE	
vue de dessus ech: 1/100°	
coupe A-A	ech: 1/50°



COUPE A-A



U4.1 : elaboration d'une note de calcul	
CHARPENTE-COUVERTURE	
DT 6	ech: 1/100°

**EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

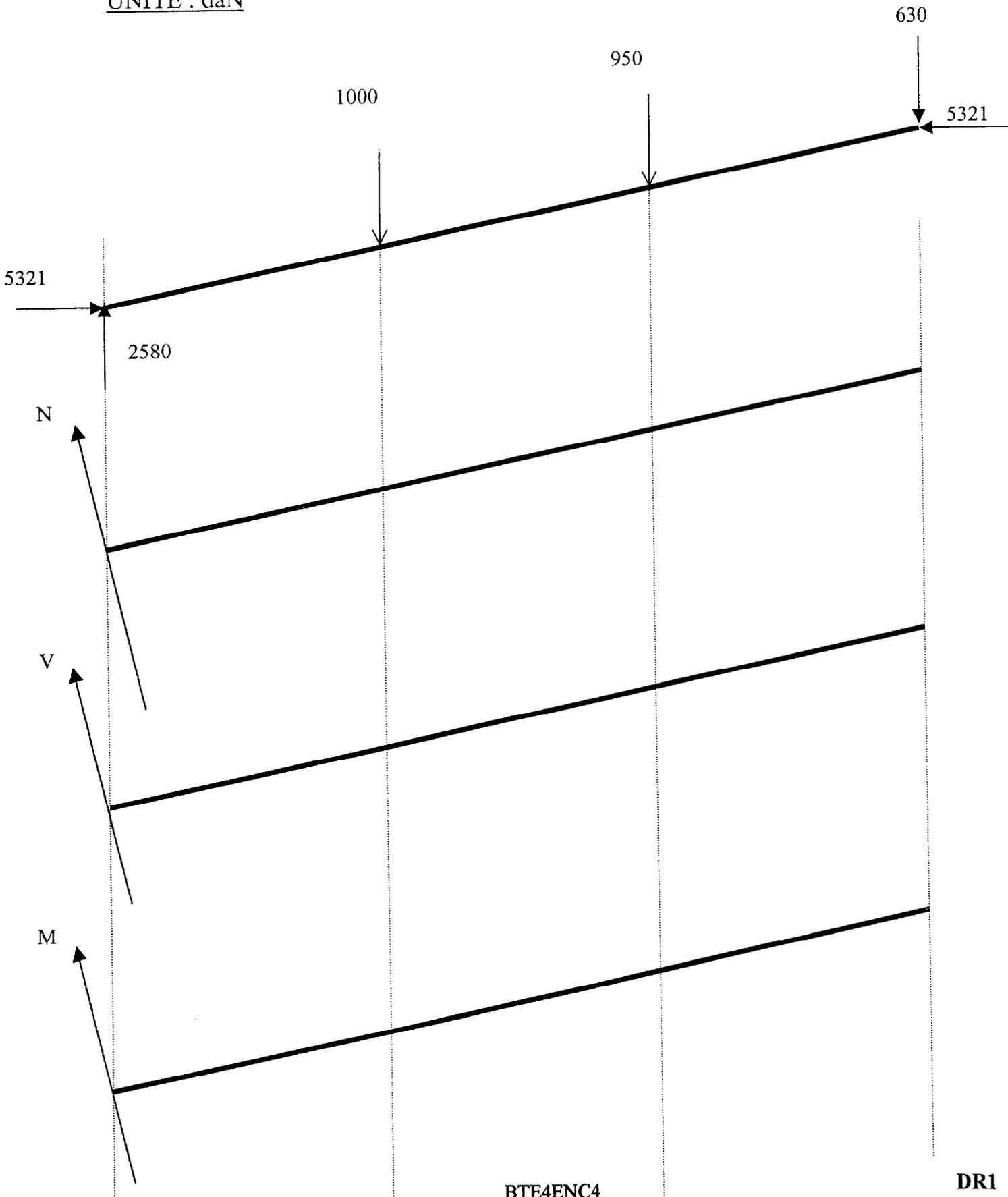
Sous-Epreuve : U 41

Elaboration d'une note de calcul de structures

**DOSSIER REPONSE**

DR 1 : SOLLICITATIONS SUR L'ARBALETRIER

UNITE : daN



BTE4ENC4

DR1

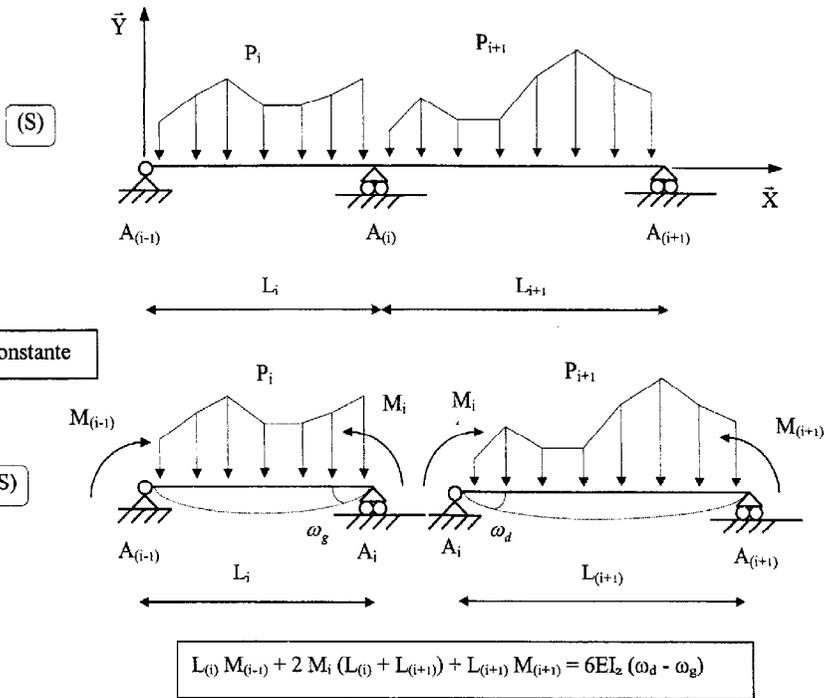
## **EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

Sous-Epreuve : U 41

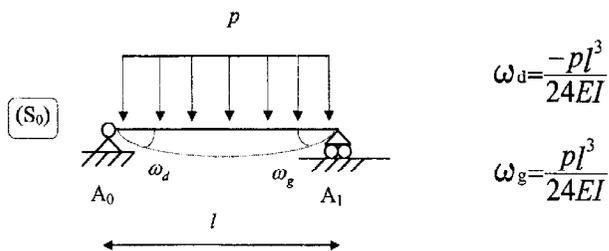
Elaboration d'une note de calcul de structures

# **ANNEXES**

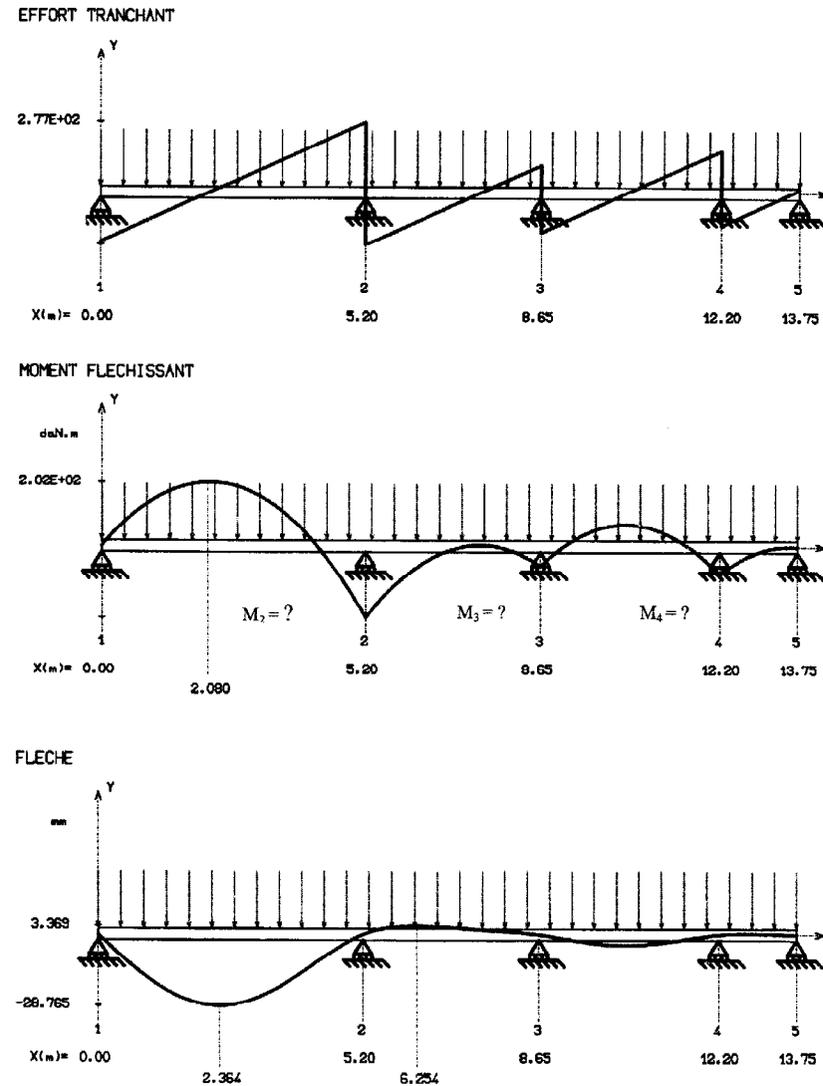
ANNEXE 1  
THEOREME DES 3 MOMENTS (CLAPEYRON)



ROTATIONS AUX APPUIS

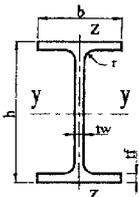


ANNEXE 2 :  
PASSERELLE



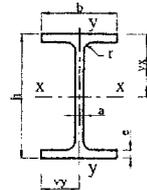
ANNEXE 3  
PROFILES IPE

Profil	Dimensions					Masse par m kg	Section A cm <sup>2</sup>	Surface de peinture		Caractéristiques rapportées à l'axe neutre							Torsion It cm <sup>4</sup>
	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm			m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /t	Iy cm <sup>4</sup>	Wey cm <sup>3</sup>	iy cm	Iz cm <sup>4</sup>	Wz cm <sup>3</sup>	iz cm	Avz cm <sup>3</sup>	
80	80	46	3,8	5,2	5	6,0	7,64	0,329	54,8	80,1	20	3,24	8,49	3,69	1,05	11,6	0,70
100	100	55	4,1	5,7	7	8,1	10,3	0,401	49,5	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	19,7	1,10
120	120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,2	0,474	45,6	318	53	4,90	27,7	8,65	1,45	30,4	1,71
140	140	73	4,7	6,9	7	12,9	16,4	0,55	42,6	541	77,3	5,74	44,9	12,30	1,65	44,2	2,54
160	160	82	5,0	7,4	9	15,8	20,1	0,622	39,4	869	109	6,58	68,3	16,70	1,84	61,9	3,53
180	180	91	5,3	8,0	9	18,8	23,9	0,698	37,1	1 317	146	7,42	101	22,20	2,05	83,2	4,90
200	200	100	5,6	8,5	12	22,4	28,5	0,768	34,3	1943	194	8,26	142	28,50	2,24	110	6,46
220	220	110	5,9	9,2	12	26,2	33,4	0,848	32,4	2 772	252	9,11	205	37,30	2,48	143	8,86
240	240	120	6,2	9,8	15	30,7	39,1	0,921	30	3892	324	9,97	284	47,30	2,69	183	11,60
270	270	135	6,6	10,2	15	36,1	45,9	1,04	28,8	5 790	429	11,2	420	62,2	3,0	242	14,9
300	300	150	7,1	10,7	15	42,2	53,8	1,16	27,5	8356	557	12,50	604	80,50	3,35	314	19,47
330	330	160	7,5	11,5	18	49,1	62,6	1,25	25,5	11 770	713	13,7	788	98,5	3,6	402	25,7
360	360	170	8,0	12,7	18	57,1	72,7	1,35	23,6	16270	904	15,00	1043	123,00	3,79	510	36,20
400	400	180	8,6	13,5	21	66,3	84,5	1,47	22,2	23 130	1 160	16,5	1 318	146,0	4,0	654	46,8
450	450	190	9,4	14,6	21	77,6	98,8	1,61	20,7	33740	1500	18,50	1676	176,00	4,12	851	63,80
500	500	200	10,2	16,0	21	90,7	116,0	1,74	19,2	48 200	1 930	20,4	2 142	214,0	4,3	1 100	89,0
550	550	210	11,1	17,2	24	106,0	134	1,88	17,7	67120	2440	22,30	2668	254,00	4,45	1390	118,40
600	600	220	12,0	19,0	24	122,0	156,0	2,02	16,6	92 080	3 070	24,3	3 387	308,0	4,7	1 760	166,2



Nouvelle Notation

Profils IPE



ANNEXE 4  
TABLEAU D'ARMATURES

TABLEAU DES SECTIONS D'ACIERS  
cm<sup>2</sup>

φ	NOMBRE D'ACIERS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
18	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	25,45
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