

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION

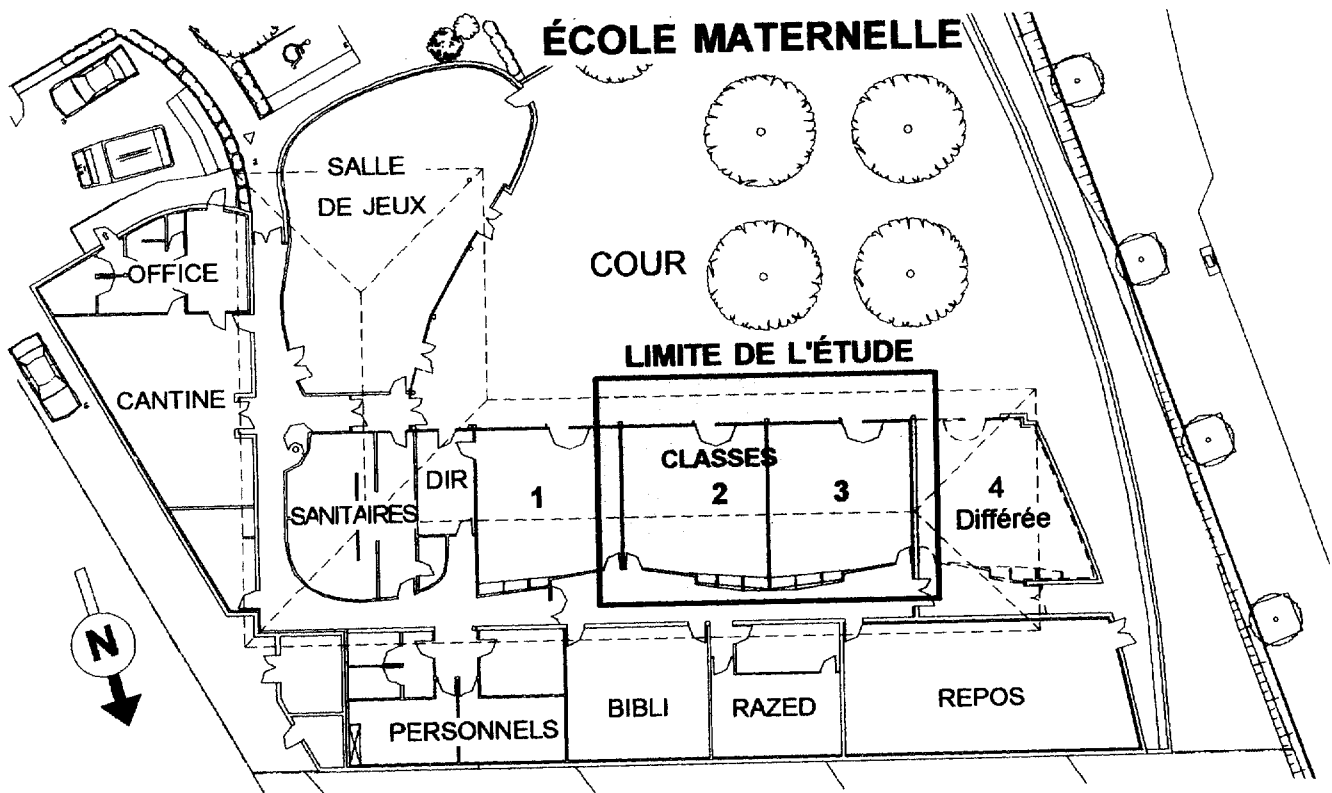
Session 2004

ÉPREUVE E 5 – ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-épreuve U 5.1 ÉTUDES TECHNIQUES

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

SUJET



Plan d'ensemble (APS)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION

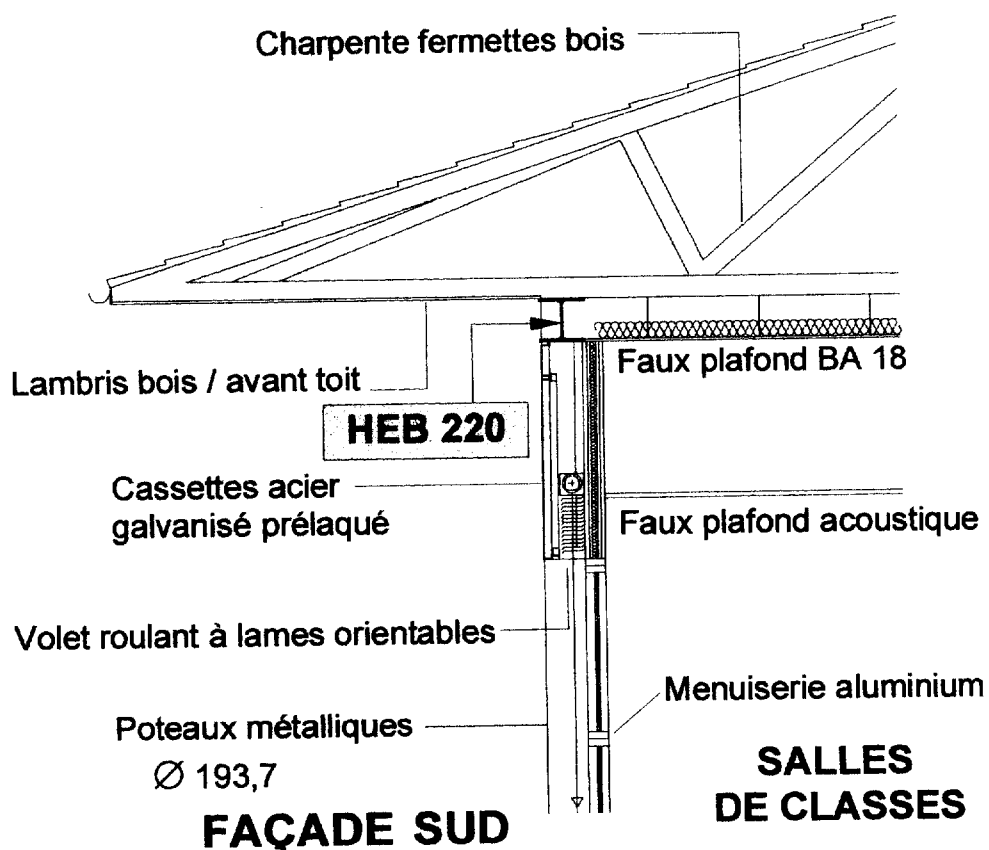
Session 2004

ÉPREUVE E 5 – ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-épreuve U 5.1 ÉTUDES TECHNIQUES

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

PARTIE A - STRUCTURES



SALLES DE CLASSES

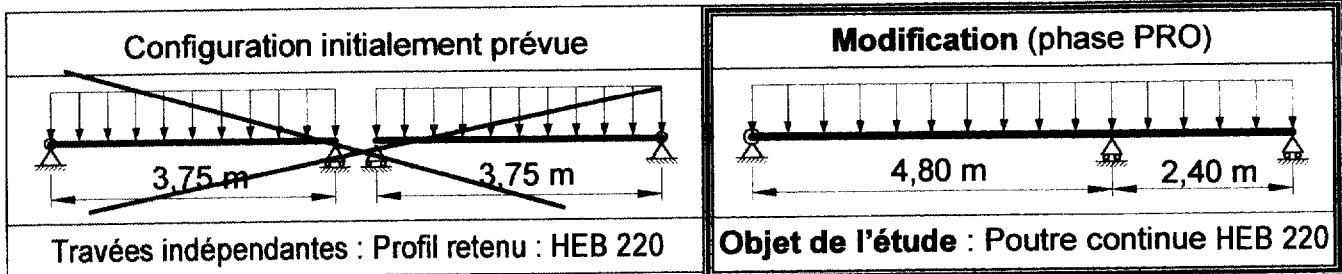
Partie A

POUTRE HEB SUPPORT DE CHARPENTE

Votre situation

Technicien économiste dans le bureau d'études de l'équipe de Maîtrise d'œuvre.
Vous intervenez en cours d'élaboration du DCE pour analyser l'incidence de la modification demandée par votre Architecte, à savoir :

- L'entraxe des séparatifs entre salles de classes passe de 7,50 m (APS) à 7,20 m (PRO).
- La configuration initiale jugée trop répétitive est remplacée par des travées dissymétriques.



LES QUESTIONS A1, A2 ET A3 SONT INDÉPENDANTES

A1 – Charges prises en compte

On ne retiendra pour cette étude que la combinaison {charges permanentes ; neige}
L'action des fermettes sur la poutre HEB sera ramenée à (transformée en) une charge uniformément répartie.

Déterminer, à partir des données fournies en annexe :

A1-1 La valeur de la charge répartie permanente « g ».

A1-2 La valeur de la charge répartie variable « q » due à la neige.

POUR LES QUESTIONS A2 ET A3, LE CANDIDAT CHOISIRA LE RÈGLEMENT QUI LUI CONVIENT :
EUROCODE 3 OU Règles CM 66/Additif 80

A2 – Vérification de la condition de résistance ultime (charges pondérées)

A2-1 Déterminer la valeur de la charge répartie pondérée « p_u ».

A2-2 En supposant (pour les 2 règlements) que $p_u = 24,0$ kN/m, déterminer le moment de flexion sur appui intermédiaire.

A2-3 Tracer (sur le document réponse **A**) les diagrammes représentatifs des variations de l'effort tranchant $V(x)$ et du moment de flexion $M(x)$ en précisant les valeurs particulières.

A2-4 Effectuer la vérification de résistance au droit de l'appui intermédiaire en supposant que $M = - 51,84$ kN.m ; Conclusion ?

A3 – Vérification de flèche en service (charges non pondérées)

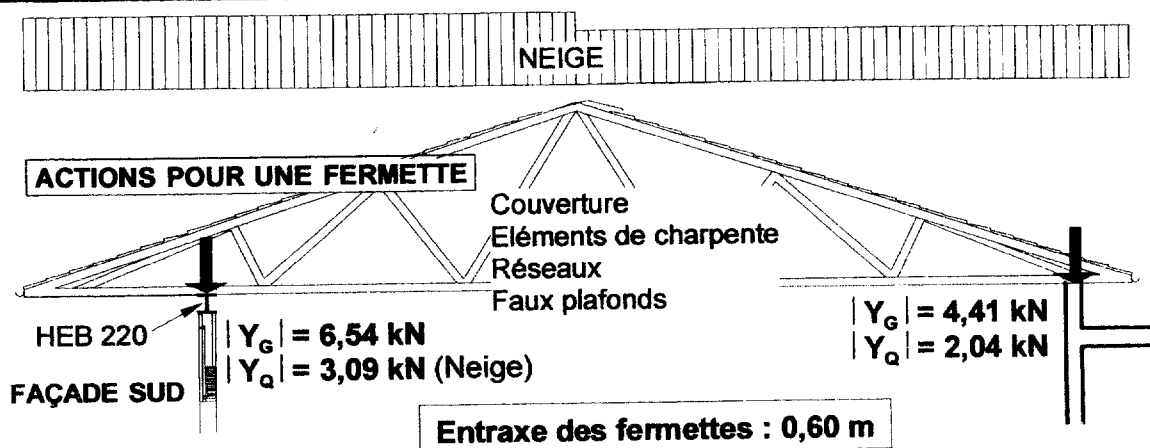
A3-1 Vérifier que la charge répartie non pondérée est $p_s \approx 17,2$ kN/m

A3-2 Dédurre, de ce qui précède, la valeur du moment fléchissant sur appui intermédiaire.

A3-3 Calculer la valeur de la flèche au milieu de la travée la plus longue ($\approx \delta_{\text{maximum}}$).
Conclusion ?

ANNEXES A

A1 CHARGES PRISES EN COMPTE

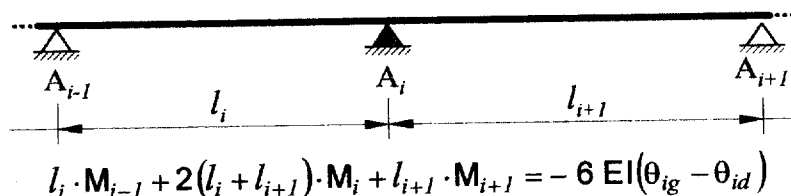


- On ajoutera une charge supplémentaire estimée à 0,3 kN/m (ossature métallique secondaire, bardage, volets roulants, ..) ainsi que le poids propre du profilé HEB.

A2 FORMULAIRE DE R.D.M.

Formule des 3 moments (cas d'une section constante sur les travées)

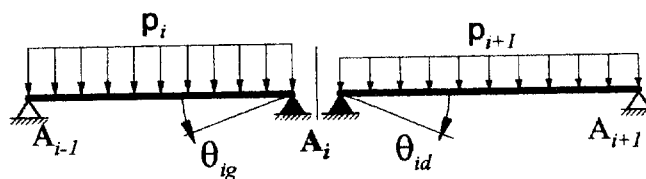
Pour l'appui intermédiaire A_i :



$$l_i \cdot M_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1}) \cdot M_i + l_{i+1} \cdot M_{i+1} = -6 EI(\theta_{ig} - \theta_{id})$$

Rotations pour les travées de comparaison :
(charges réparties)

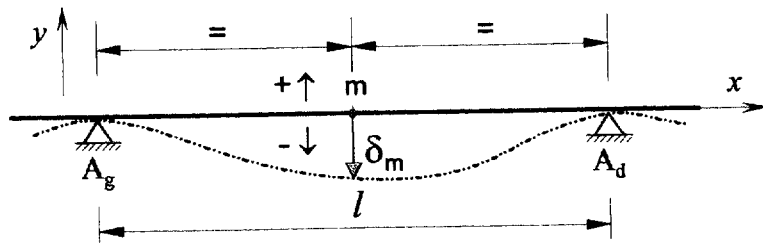
$$\theta_{ig} = + \frac{p_i \cdot l_i^3}{24EI} \quad ; \quad \theta_{id} = - \frac{p_{i+1} \cdot l_{i+1}^3}{24EI}$$



Flèche en milieu de travée

Sauf dans quelques cas particuliers, la flèche maximale est très peu différente de la flèche en milieu de travée, quelle que soit la répartition des charges appliquées.

La vérification de flèche peut donc s'effectuer au milieu (m) de la travée, ce qui permet l'emploi de relations simplifiées :



$$\delta_m \approx \delta_{\text{maximum}}$$

$$\delta_m = \delta_0 - \frac{(M_g + M_d) \cdot l^2}{16EI}$$

- δ_0 = valeur algébrique de la flèche au milieu de la travée de comparaison ($A_g A_d$) isolée.
- M_g et M_d sont respectivement les valeurs algébriques des moments fléchissants sur appui de gauche (A_g) et sur appui de droite (A_d)

A3 EXTRAIT DES RÈGLEMENTS DE CALCULS DES STRUCTURES MÉTALLIQUES

[G] : effet des charges permanentes.

[Q] : effet de la charge variable.

EUROCODE 3

VÉRIFICATION EN RÉSISTANCE (ELU)	VÉRIFICATION DE FLÈCHE (ELS)
Combinaison de base : $1,35 \cdot [G] + 1,5 \cdot [Q]$	Combinaison normale : $[G] + [Q]$
<p>Vérification réglementaire en flexion : $M \leq M_R$</p> <p>Pour les sections de classe 1 et 2 :</p> <p>Moment résistant : $M_R = M_{pl} = W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$</p> <p>Pour les sections de classe 3 :</p> <p>Moment résistant : $M_R = M_{el} = W_{el} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$</p> <p>Pour les sections de classe 4 :</p> <p>Moment résistant : $M_R = M_o = W_{eff} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$</p>	<p>Vérification réglementaire : $\delta \leq \delta_{admissible}$</p> <p>Toitures en général : $\delta \leq \frac{l}{200}$</p> <p>Planchers en général : $\delta \leq \frac{l}{250}$</p> <p>Planchers supportant des poteaux : $\delta \leq \frac{l}{400}$</p>
	<p>Du fait de la présence d'une menuiserie aluminium, la flèche maximale ne devra pas excéder $1/500^{ème}$ de la portée. (DTU 37.1 - § 4.2.3)</p>

Calcul des sections transversales
Coefficients partiels de sécurité : γ_M

Sections brutes de classe 1, 2 ou 3	Normalisées (NF A)	$\gamma_{M0} = 1$
	Non normalisées	$\gamma_{M0} = 1,1$
Sections brutes de classe 4		$\gamma_{M1} = 1,1$

CM 66 /Additif 80

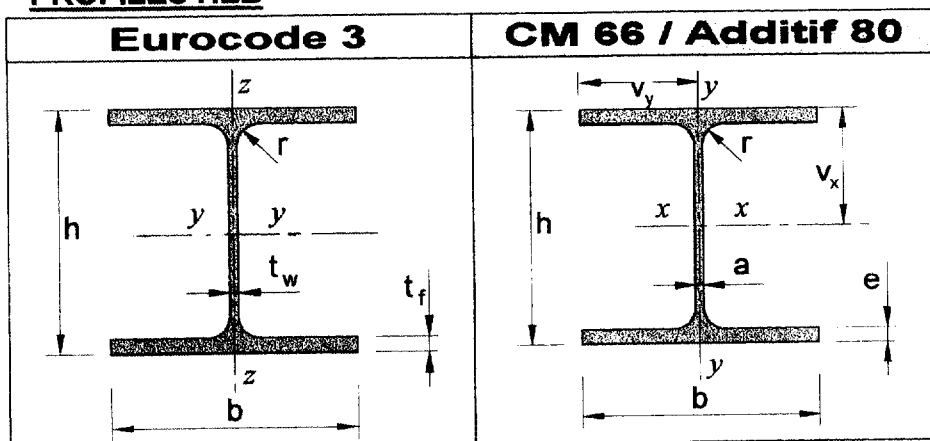
VÉRIFICATION EN RÉSISTANCE	VÉRIFICATION DE FLÈCHE
Combinaison de base : $\frac{4}{3} \cdot [G] + \frac{3}{2} \cdot [Q]$	Combinaison normale : $[G] + [Q]$
<p>Vérification réglementaire en flexion : $M \leq M_u$</p> <p>Moment résistant ultime : $M_u = M_{pl} = Z \cdot \sigma_e$</p> <p>Avec :</p> <p>Z = Module plastique</p> <p>Z = 2 fois le moment statique ($Z = 2 \cdot S$) pour les sections à double symétrie.</p>	<p>Vérification réglementaire : $f \leq f_{admissible}$</p> <p>Toitures en général : $f \leq \frac{l}{200}$</p> <p>Planchers en général : $f \leq \frac{l}{300}$</p> <p>Planchers supportant des poteaux : $f \leq \frac{l}{500}$</p>
	<p>Du fait de la présence d'une menuiserie aluminium, la flèche maximale ne devra pas excéder $1/500^{ème}$ de la portée. (DTU 37.1 - § 4.2.3)</p>

A4 CARACTÉRISTIQUES DE CALCUL

ACIER UTILISÉ : S 235

Eurocode 3		CM 66 / Additif 80
Épaisseur	Limite élastique f_y (MPa)	Limite élastique : $\sigma_e = 235$ MPa
$t \leq 16$ mm	235	
$16 < t \leq 40$ mm	225	
$t > 40$ mm	215	
Module d'élasticité longitudinale : $E = 2,1 \times 10^5$ MPa (pour les 2 règlements)		

PROFILÉS HEB



HEB (NF A 45-201)

CM 66	h	b	a	e	r	Masse P	Aire A	I_x	$\frac{I_x}{v_x}$	$2.S_x$	i_x	/	I_y	$\frac{I_y}{v_y}$	$2.S_y$	i_y
EC 3	h	b	t_w	t_f	r	Masse P	Aire A	I_y	$W_{el,y}$	$W_{pl,y}$	i_y		A_{vz}	I_z	$W_{el,z}$	$W_{pl,z}$
Profil	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm
100	100	100	6,0	10	12	20,4	26,0	449,5	89,9	104,2	4,16	9,0	167,3	33,4	51,4	2,53
120	120	120	6,5	11	12	26,7	34,0	864,4	144,1	165,2	5,04	11,0	317,5	52,9	81,0	3,06
140	140	140	7,0	12	12	33,7	43,0	1509	215,6	245,4	5,93	13,1	549,7	78,5	119,8	3,58
160	160	160	8,0	13	15	42,6	54,3	2492	311,5	354,0	6,78	17,6	889,2	111,2	170,0	4,05
180	180	180	8,5	14	15	51,2	65,3	3831	425,7	481,4	7,66	20,2	1363	151,4	231,0	4,57
200	200	200	9,0	15	18	61,3	78,1	5696	569,6	642,5	8,54	24,8	2003	200,3	305,8	5,07
220	220	220	9,5	16	18	71,5	91,0	8091	735,5	827,0	9,43	27,9	2843	258,5	393,9	5,59
240	240	240	10,0	17	21	83,2	106,0	11260	938,3	1053	10,31	33,2	3923	326,9	498,4	6,08
260	260	260	10,0	17,5	24	93,0	118,4	14920	1148	1283	11,22	37,6	5135	395,0	602,2	6,58
280	280	280	10,5	18	24	103,1	131,4	19270	1376	1534	12,11	41,1	6595	471,0	717,6	7,09
300	300	300	11,0	19	27	117,0	149,1	25170	1678	1869	12,99	47,4	8563	570,9	870,1	7,58
320	320	300	11,5	20,5	27	126,7	161,3	30820	1926	2149	13,82	51,8	9239	615,9	939,1	7,57
340	340	300	12,0	21,5	27	134,2	170,9	36660	2156	2408	14,65	56,1	9690	646,0	985,7	7,53
360	360	300	12,5	22,5	27	141,8	180,6	43190	2400	2683	15,46	60,6	10140	676,1	1032	7,49
400	400	300	13,5	24	27	155,3	197,8	57680	2884	3232	17,08	70,0	10820	721,3	1104	7,40
450	450	300	14,0	26	27	171,1	218,0	79890	3551	3982	19,14	79,7	11720	781,4	1198	7,33
500	500	300	14,5	28	27	187,3	238,6	107200	4287	4815	21,19	89,8	12620	841,6	1292	7,27
550	550	300	15,0	29	27	199,4	254,1	136700	4971	5591	23,20	100,1	13080	871,8	1341	7,17
600	600	300	15,5	30	27	211,9	270,0	171000	5701	6425	25,17	110,8	13530	902,0	1391,1	7,08

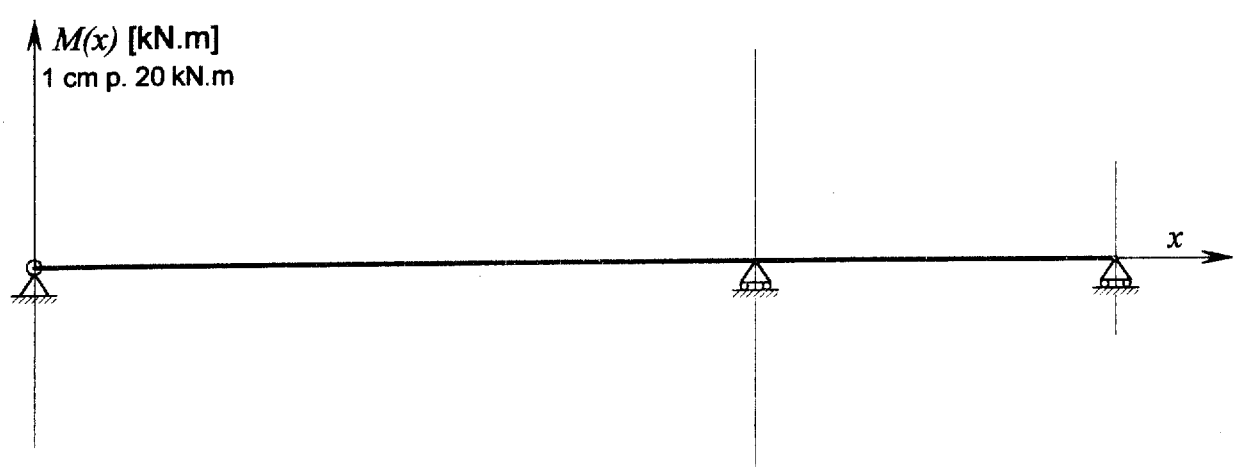
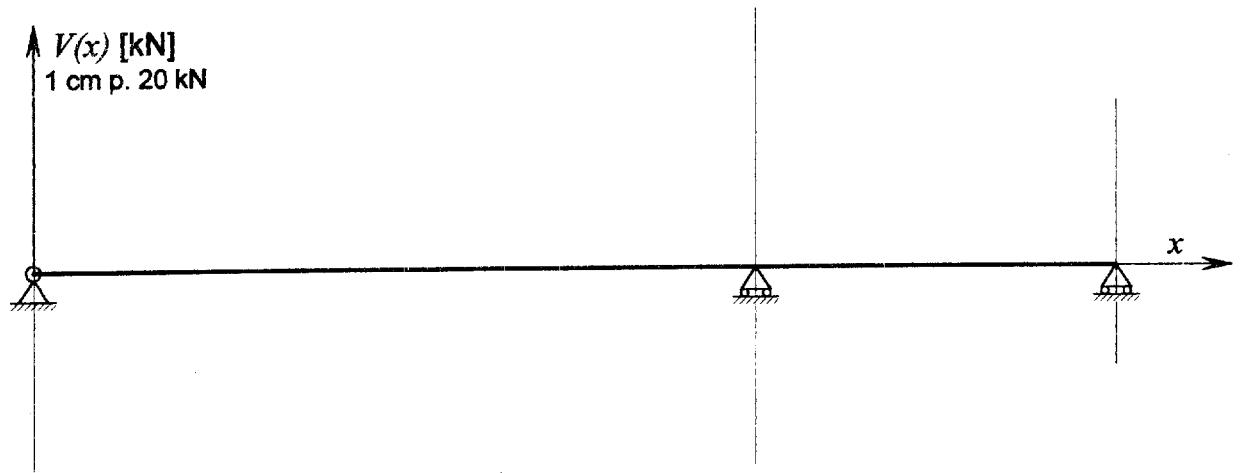
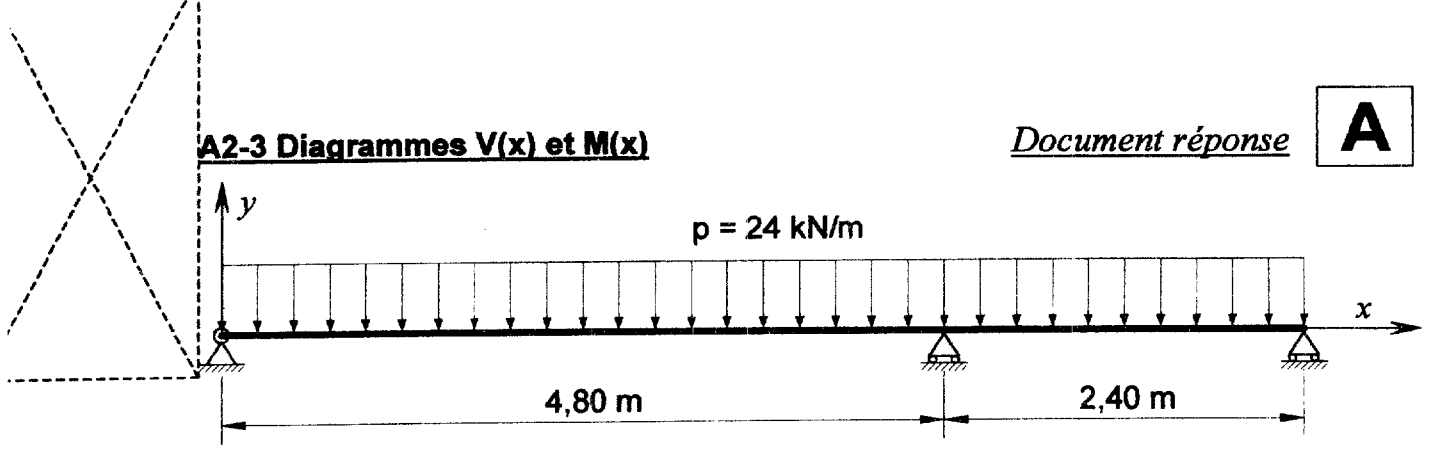
CLASSE DES PROFILÉS (Eurocode 3)

ACIER	Référence du profil	SOLLICITATION	Classe
S 235	HEB 100 à HEB 600	Compression seule	1
		Flexion seule	1

A2-3 Diagrammes $V(x)$ et $M(x)$

Document réponse

A



A2-3 Diagrammes V(x) et M(x)

Document réponse

A

