Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Constructions Métalliques

SESSION 2013

E4 : Analyse et Calcul des structures

U4.2 Note de calculs

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Contenu du dossier

Page de garde (intitulé du sujet):	Page 1/15
Questionnaire :	Pages 2/15 à 8/15
Documents réponses :	Pages 9/15 à 11/15
Annexes :	Pages 12/15 et 15/15
Nombre total de pages :	15 pages A4

Barème indicatif

Partie 1 : 6 points	Partie 3 : 4 points
Partie 2 : 6 points	Partie 4 : 4 points

Recommandations

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5
Documents autorisés :

- fascicule Eurocodes BTS (aucune annotation admise)
- règlements ou extraits de règlements en vigueur : EN 1990, EN 1991 et EN 1993.
- catalogues de profilés

Partie 1 : Etude des actions climatiques

1.1 – Actions dues à la neige

Question n°1

Déterminez la (les) valeur(s) de la charge de neige à prendre en compte au sol.

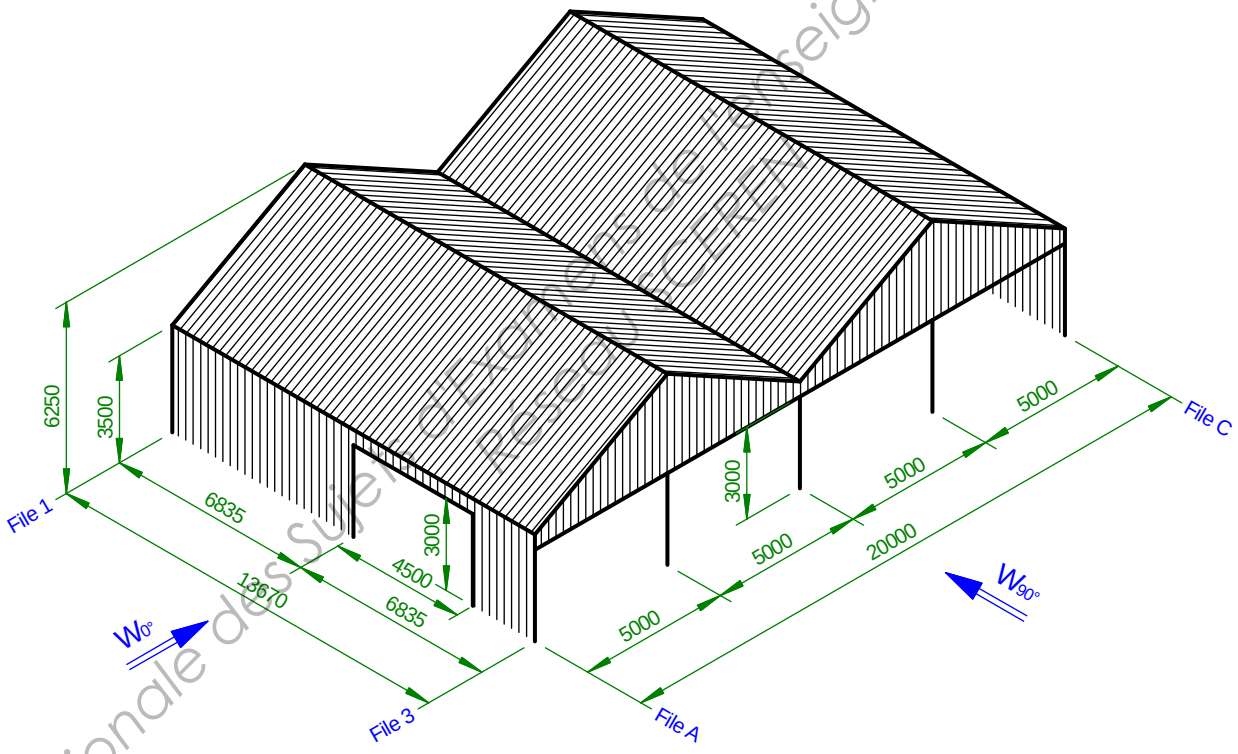
Question n°2

Etablissez les différentes répartitions de neige à prendre en compte sur la couverture.

Vous représenterez les charges de neige surfaciques sur le document réponse DR1 dans les différents cas.

1.2 – Actions dues au vent

Pour l'étude de vent, on adopte le modèle simplifié suivant



Question n°3

Déterminez la valeur de la pression dynamique de pointe $q_p(z)$

Question n°4

Montrez que l'action du vent sur le bâtiment peut être déterminée selon l'article 7.2 de l'EN 1991-1-4 malgré la présence d'ouvertures importantes sur deux faces (C.F chapitre concernant la pression intérieure).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Question n°5

Après avoir défini les différentes zones et précisé les articles de l'EC1 utilisés pour chacune des parois, déterminez les coefficients de pression extérieure $c_{pe,10}$ pour un vent $W_{0°}$ normal au long-pan file A puis reportez les résultats sur le document réponse DR2.

Dans cette question, la valeur de l'angle de pente des versants pourra être arrondie à la valeur la plus proche figurant dans les tableaux pour éviter les calculs d'interpolation.

Question n°6

Montrez que le pignon file 3 peut être considéré comme une face dominante.

Question n°7

Déterminez alors le coefficient de pression intérieure c_{pi} pour un vent $W_{0°}$ normal au long-pan file A.

Au besoin, on retiendra pour la face dominante une valeur de $c_{pe,10}$ égale à la moyenne pondérée des coefficients de pression extérieure au niveau des ouvertures de cette face.

Partie 2 : Etude d'une panne

Dans cette partie, on considère la combinaison d'actions charges permanentes + neige.

La continuité des bacs acier de couverture au droit des pannes intermédiaires ne sera pas prise en compte.

2.1 – Descente de charges et combinaison d'actions

Question n°8

Après avoir indiqué la valeur du poids propre surfacique de la couverture (annexe 1 du dossier technique d'étude), calculez la charge permanente linéique s'exerçant sur les pannes intermédiaires (milieu de versant). Le poids propre de la panne sera pris en compte.

Question n°9

La charge de neige surfacique moyenne au droit de la panne intermédiaire d'un versant de la noue est estimée à 0,575 kN/m² de surface projetée dans le cas S2. Calculez la charge linéique correspondante s'exerçant sur la panne.

Question n°10

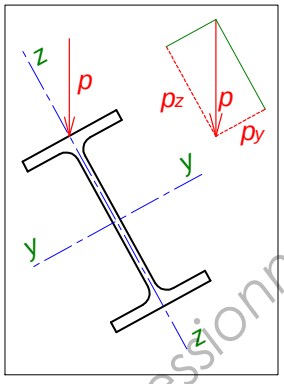
Donnez l'expression de la combinaison d'actions charges permanentes + neige S2 à prendre en compte à l'état limite ultime pour la vérification de la panne. Quelle est la valeur de la charge linéique correspondante.

Question n°11

A quel type de sollicitation les pannes sont-elles soumises sous cette combinaison d'actions ?

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

2.2 – Etat limite de service



La charge verticale linéique s'exerçant sur la panne intermédiaire d'un versant de la noue sous la combinaison d'actions G + S2 a pour valeur : $p = 1{,}680\ kN/m$

Cette valeur intègre le poids propre de la panne.

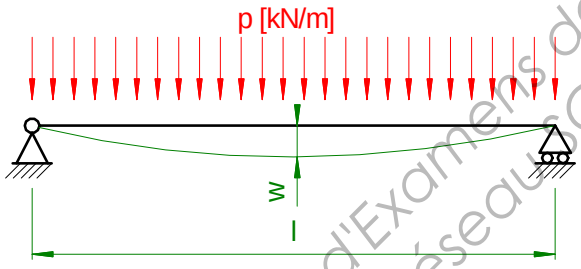
Question n°12

Calculez les composantes p_y et p_z de la charge répartie p suivant les axes principaux d'inertie y et z de la panne.

Question n°13

Les pannes étant isostatiques (discontinues sur le portique file 2), calculez le moment quadratique minimal I_y nécessaire pour que la condition de flèche $w_{z,\max} \leq \frac{L}{200}$ soit respectée. Le choix de la section IPE 160 satisfait-il cette condition ? Justifier votre réponse.

Rappel : expression de la flèche d'une poutre sur deux appuis soumise à une charge répartie uniforme



$$w = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

Question n°14

La condition de flèche $w_{y,\max} \leq \frac{L}{200}$ dans le plan du versant est elle vérifiée avec le profil IPE 160 ? Sinon, quelle solution peut-on adopter ? Faites un schéma.

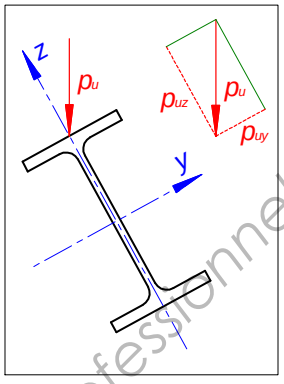
Question n°15

Si l'on réalisait les pannes en profil creux carré ou rectangulaire à choisir parmi ceux définis en annexe 1, quelle serait la section minimale (profil le plus léger) satisfaisant les conditions de flèche $w_{z,\max}$ et $w_{y,\max}$? En première approximation, on conservera pour ce calcul la valeur $p = 1{,}680\ kN/m$ intégrant le poids propre de la panne initialement choisie.

Comparez le poids propre du profil creux obtenu à celui du profil IPE 160. Cette solution est-elle plus avantageuse ? Justifiez.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

2.3 – Etat limite ultime



On retient finalement la section IPE 160 pour les pannes avec un dispositif pour limiter la flexion dans le plan du versant.

La charge verticale linéique s'exerçant sur la panne intermédiaire d'un versant de la noue sous la combinaison d'actions la plus défavorable a pour composantes :

$$\vec{p}_u \begin{vmatrix} p_{uy} = -1{,}188\ kN/m \\ p_{uz} = -2{,}161\ kN/m \end{vmatrix}$$

Question n°16

Calculez le moment fléchissant maximal $M_{y,Ed}$ de la panne par rapport à son axe de forte inertie.

Question n°17

Le moment fléchissant par rapport à l'axe de faible inertie est maximal dans la section médiane. Compte tenu du dispositif limitant la flexion dans le plan du versant, il a pour valeur : $M_{z,Ed} = 1{,}692\ kN \cdot m$

Il n'y a pas d'effort normal sous la combinaison d'action étudiée et l'influence de l'effort tranchant peut être négligée.

Vérifiez la résistance de la section la plus sollicitée en admettant qu'il n'y ait pas de risque de déversement.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Partie 3 : Etude du portique file 2 – exploitation d'un listing informatique

On étudie dans cette partie l'action du vent sur le pignon ouvert (file 3) qui provoque le risque de soulèvement maximal.

Le poids propre du bâtiment ayant un effet favorable vis-à-vis de cette action, la combinaison retenue à l'état limite ultime a pour expression : $G + 1{,}5 \cdot W_{-90°}$

Le portique le plus sollicité est celui de la file 2. En phase de pré-dimensionnement, les actions s'exerçant sur ce portique sont modélisées par des charges réparties linéiques bien qu'elles s'exercent en réalité sous forme de charges ponctuelles au droit des pannes et des lisses.

Les listings des données et des résultats de cette étude figurent respectivement en annexe 3 et en annexe 4.

Question n°18

Après avoir indiqué les numéros des nœuds et des poutres sur le schéma figurant en haut du document réponse DR3, représentez les différentes actions s'exerçant sur le portique ainsi que les actions de liaison en pied des poteaux.

Question n°19

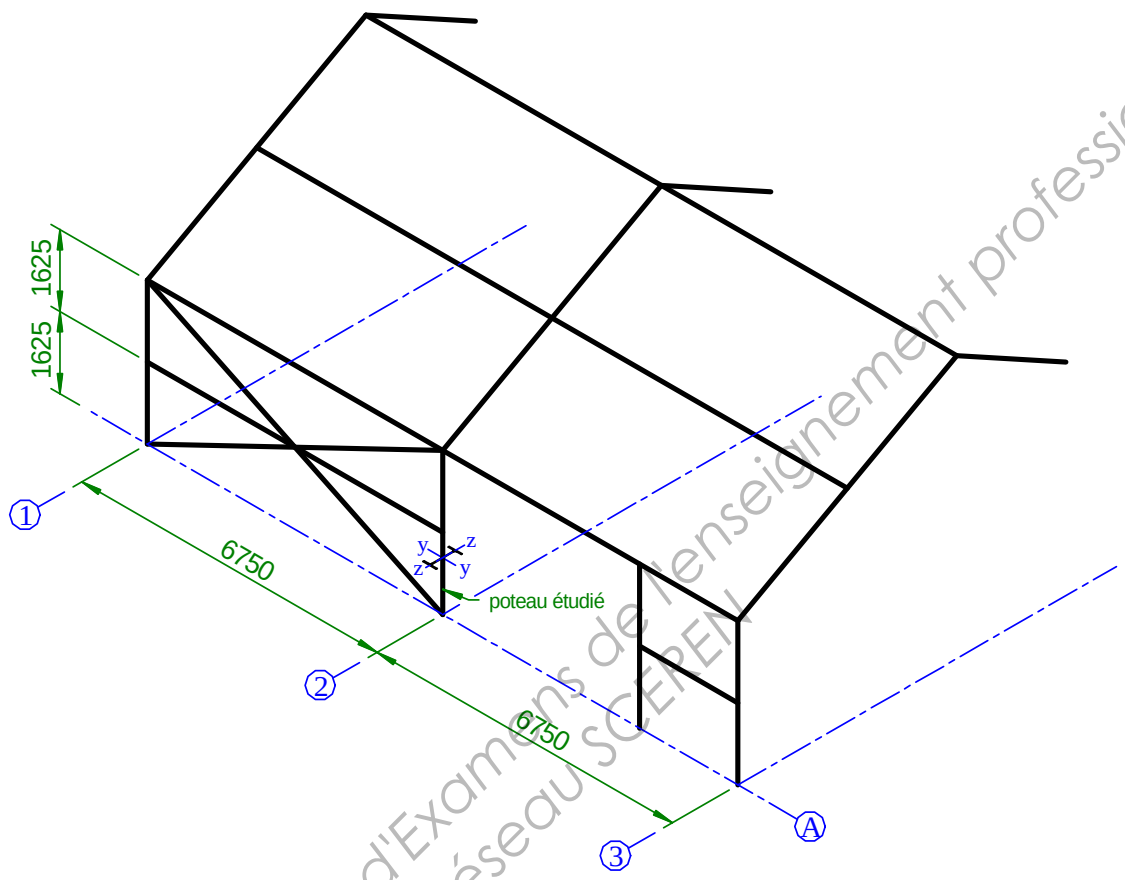
Tracez les diagrammes d'effort tranchant et de moment fléchissant le long de ce portique sur le document réponse DR3.

Vous indiquerez la position des points d'effort tranchant nul, des éventuels extrema des courbes de moment fléchissant ainsi que les valeurs des sollicitations aux extrémités de chaque élément et aux extrema du moment fléchissant le cas échéant.

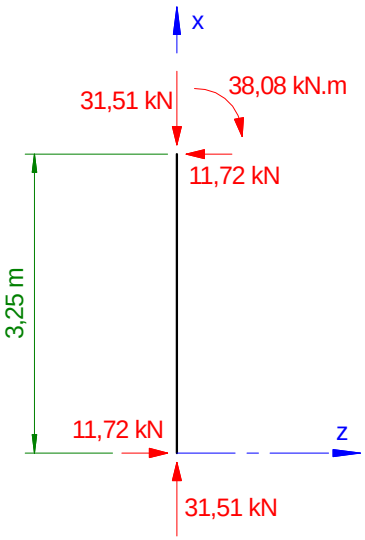
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Partie 4 : Vérification d'un poteau à l'état limite ultime

On étudie un poteau d'extrémité du portique file 2 sous la combinaison d'actions pondérées charges permanentes + neige S2 en adoptant la modélisation simplifiée ci-dessous.



Le poteau est en équilibre sous les actions définies sur le schéma ci-contre.



La longueur de flambement dans le plan du portique a pour valeur : $L_{cr,y} = 12{,}93\ m$

Question n°20

Justifiez la valeur de la longueur de flambement retenue hors du plan du portique : $L_{cr,z} = 1{,}625\ m$

Question n°21

Déterminez les coefficients de flambement χ_y et χ_z

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Question n°22

On donne le moment critique de déversement $M_{cr} = 176\ kN \cdot m$

Déterminez le coefficient de déversement χ_{LT} du poteau

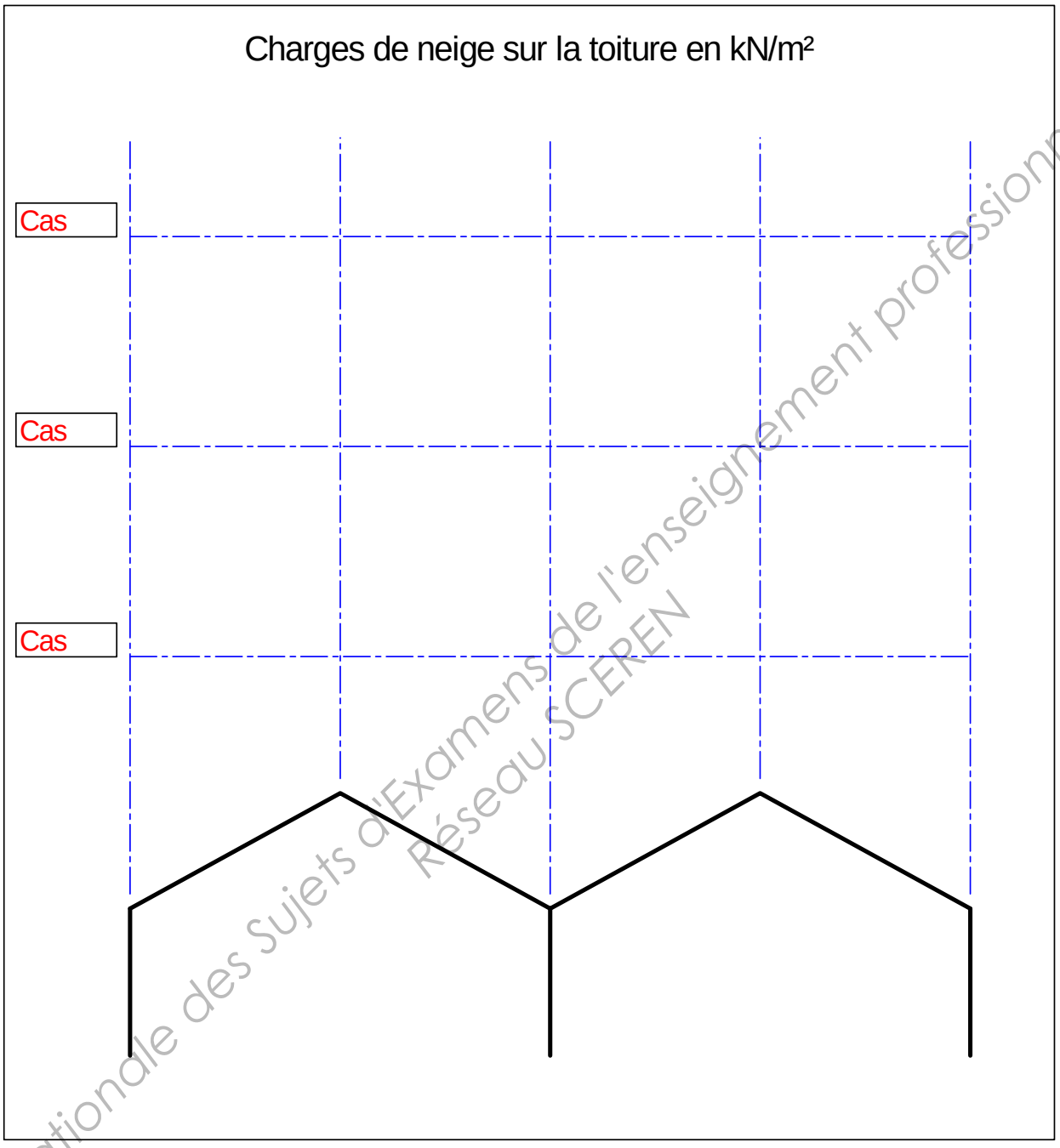
Question n°23

Vérifiez la stabilité du poteau au flambement et au déversement.

On donne les coefficients d'interaction : $k_{yy} = 0{,}991$ et $k_{zy} = 0{,}558$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

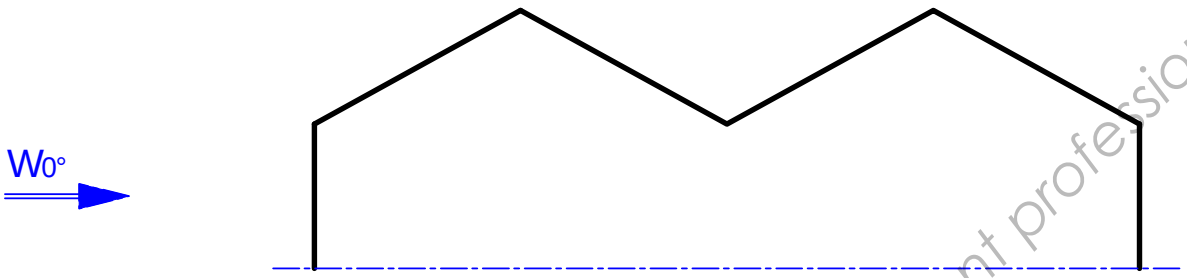
Document réponse DR1



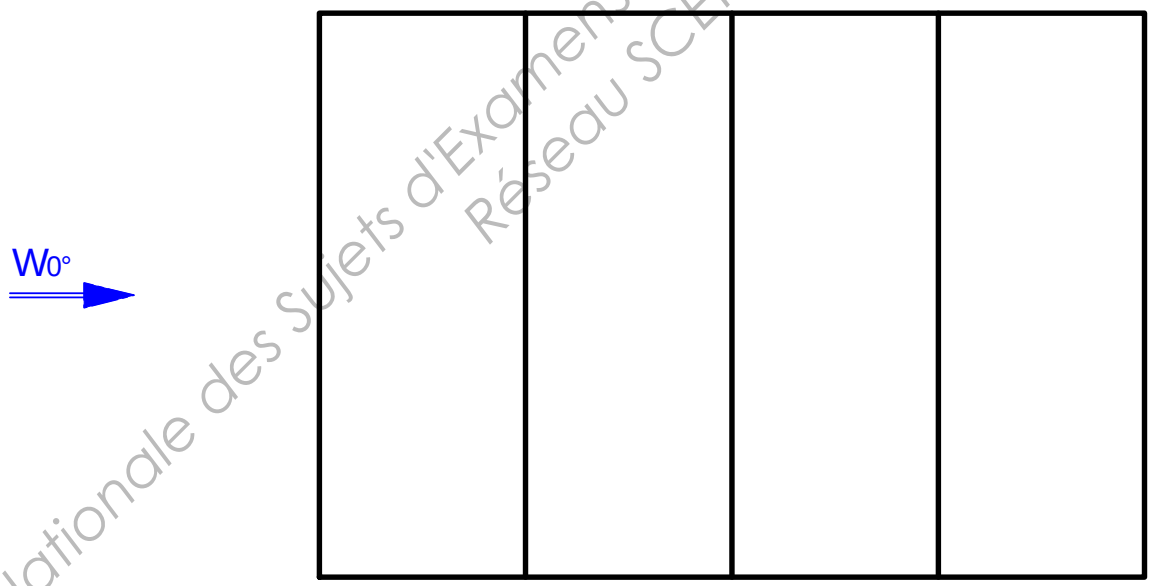
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Document réponse DR2

Coefficients de pression extérieure



Faces verticales

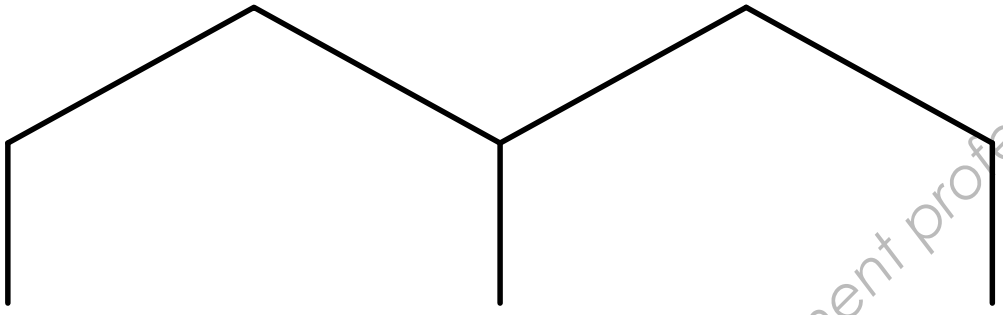


Toiture

Remarque : *Dans l'éventualité où deux cas seraient à envisager pour certaines zones (pression et dépression), inscrivez les valeurs en utilisant des couleurs distinctes pour chacun de ces cas.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Document réponse DR3



Repérage des noeuds et poutres - représentation des actions s'exerçant sur le portique

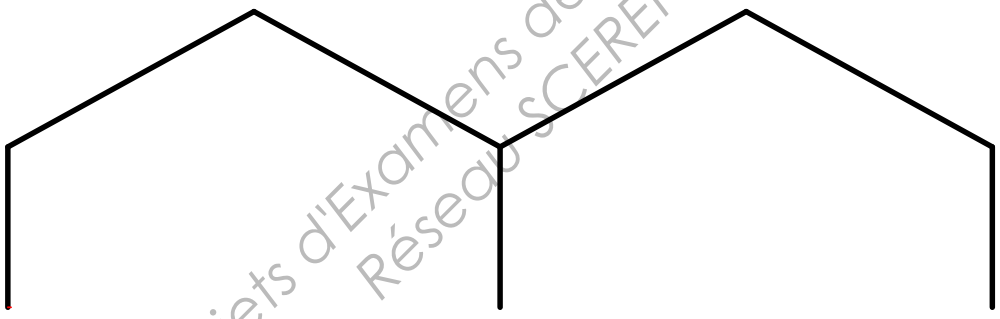


Diagramme d'effort tranchant - échelle 1 mm pour 1 kN

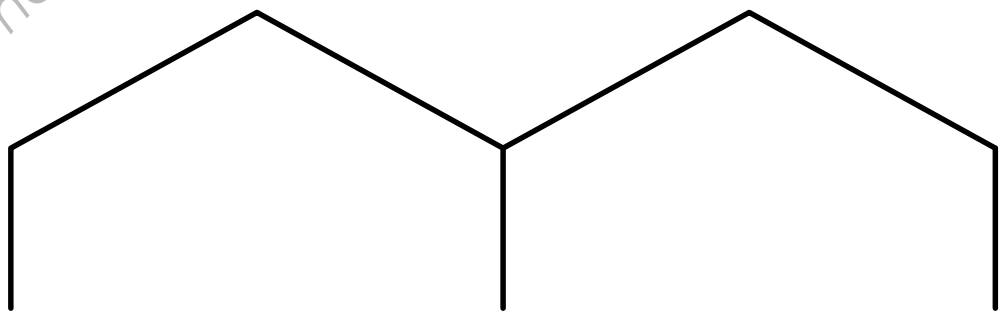


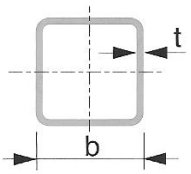
Diagramme de moment fléchissant - échelle 1 mm pour 1 kN.m

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau sCEREN

Annexe 1

PROFILS CREUX POUR LA CONSTRUCTION FINIS À FROID
NF EN 10219

Dimensions et caractéristiques des profils creux de section carrée



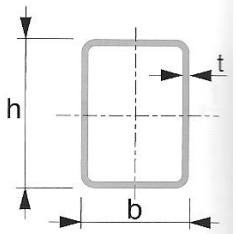
Côté extérieur	Épaisseur	Masse	Aire de la section	Moment d'inertie de flexion	Rayon de giration	Module de flexion élastique	Module de flexion plastique	Moment d'inertie de torsion	Constante de torsion	Surface à peindre	Longueur
b	t	M	A	I	i	W_{el}	W_{pl}	I_t	C_t	A_L	L
mm	mm	kg/m	cm^2	cm^4	cm	cm^3	cm^3	cm^4	cm^3	m^2/m	m/t
100	**3**	8,96	11,4	177	3,94	35,4	41,2	279	53,2	0,39	112
100	**4**	11,7	14,9	226	3,89	45,2	53,2	362	68,1	0,386	85,2
100	**5**	14,4	18,4	270	3,84	54	64,5	441	81,7	0,383	69,4
100	**6**	17	21,6	310	3,78	62	74,9	514	94,1	0,379	58,9
100	**6,3**	17,5	22,2	311	3,74	62,3	76,1	536	97	0,373	57,3
100	**8**	21,4	27,2	360	3,64	72	90,4	645	114	0,366	46,8
100	**10**	25,6	32,6	400	3,51	80	104	750	130	0,357	39,1
100	**12**	28,3	36,1	382	3,26	76,4	107	794	136	0,338	35,3
100	**12,5**	29,1	37	381	3,21	76,3	108	804	137	0,336	34,4
120	**3**	10,8	13,8	312	4,75	52	60,2	488	78,2	0,47	92,3
120	**4**	14,2	18,1	402	4,7	67	78,3	637	101	0,466	70,2
120	**5**	17,5	22,4	484	4,65	80,7	95,4	778	122	0,463	57
120	**6**	20,7	26,4	560	4,6	93,4	111	913	141	0,459	48,2
120	**6,3**	21,4	27,3	568	4,56	94,7	114	955	146	0,453	46,7
120	**8**	26,4	33,6	670	4,46	112	137	1 163	175	0,446	37,9
120	**10**	31,8	40,6	763	4,34	127	161	1 376	203	0,437	31,4
120	**12**	35,8	45,7	774	4,12	129	171	1 518	219	0,418	27,9
120	**12,5**	36,9	47	781	4,08	130	174	1 551	223	0,416	27,1
140	**4**	16,8	21,3	651	5,52	93	108	1 023	140	0,546	59,7
140	**5**	20,7	26,4	789	5,47	113	132	1 256	170	0,543	48,3
140	**6**	24,5	31,2	918	5,42	131	155	1 479	198	0,539	40,8
140	**6,3**	25,4	32,3	937	5,38	134	159	1 550	205	0,533	39,4
140	**8**	31,4	40	1 119	5,29	160	194	1 901	248	0,526	31,8
140	**10**	38,1	48,6	1 296	5,17	185	229	2 274	291	0,517	26,2
140	**12**	43,4	55,3	1 361	4,96	194	250	2 567	322	0,498	23,1
140	**12,5**	44,8	57	1 383	4,92	198	256	2 634	329	0,496	22,3
150	**4**	18	22,9	807	5,93	108	125	1 265	162	0,586	55,5
150	**5**	22,3	28,4	981	5,88	131	153	1 554	197	0,583	44,9
150	**6**	26,4	33,6	1 143	5,83	152	180	1 833	230	0,579	37,9
150	**6,3**	27,4	34,8	1 169	5,79	156	185	1 922	239	0,573	36,6
150	**8**	33,9	43,2	1 403	5,7	187	225	2 364	289	0,566	29,5
150	**10**	41,3	52,6	1 636	5,58	218	268	2 839	341	0,557	24,2
150	**12**	47,1	60,1	1 739	5,38	232	295	3 231	380	0,538	21,2
150	**12,5**	48,7	62	1 772	5,34	236	302	3 321	389	0,536	20,5
150	**16**	58,7	74,8	1 916	5,06	255	344	3 830	440	0,518	17
160	**4**	19,3	24,5	986	6,34	123	143	1 541	185	0,626	51,9
160	**5**	23,8	30,4	1 201	6,29	150	175	1 896	226	0,623	42
160	**6**	28,3	36	1 403	6,24	175	206	2 239	264	0,619	35,4
160	**6,3**	29,3	37,4	1 438	6,2	180	212	2 349	275	0,613	34,1
160	**8**	36,5	46,4	1 732	6,11	216	260	2 897	334	0,606	27,4
160	**10**	44,4	56,6	2 030	5,99	254	310	3 490	395	0,597	22,5
160	**12**	50,9	64,9	2 181	5,8	273	343	3 997	443	0,578	19,6
160	**12,5**	52,6	67	2 226	5,76	278	352	4 114	455	0,576	19
160	**16**	63,7	81,2	2 446	5,49	306	406	4 799	520	0,558	15,7

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Annexe 2

PROFILS CREUX POUR LA CONSTRUCTION FINIS À FROID
NF EN 10219

Dimensions et caractéristiques des profils creux de section rectangulaire



Dimensions extérieures h	b	Ép. t	Masse M	Aire de la section A	Moment d'inertie de flexion I_y	I_z	Rayon de giration i_x	i_z	Module de flexion élastique W_{el-y}	W_{el-z}	Module de flexion plastique W_{pl-y}	W_{pl-z}	Moment d'inertie de torsion I_t	Constante de torsion C_t	Surface à peindre A_L	Longueur L
mm		mm	kg/m	cm^2	cm^4		cm		cm^3		cm^3		cm^4	cm^3	m^2/m	m/t
100	60	2,5	5,96	7,59	103	46,8	3,68	2,48	20,6	15,6	25,1	17,7	103	26,2	0,311	168
100	60	3	7,07	9,01	120	54,5	3,66	2,46	24,1	18,2	29,5	20,8	122	30,6	0,31	141
100	60	4	9,22	11,7	152	68,4	3,6	2,41	30,4	22,8	37,9	26,6	156	38,7	0,306	108
100	60	5	11,3	14,4	180	80,3	3,54	2,36	36	26,8	45,5	31,8	188	45,8	0,303	88,7
100	60	6	13,2	16,8	204	90,3	3,48	2,32	40,7	30,1	52,4	36,5	216	51,9	0,299	75,7
100	60	6,3	13,5	17,2	201	89,3	3,41	2,28	40,1	29,8	52,5	36,6	223	53	0,293	74
100	80	2,5	6,74	8,59	127	90,1	3,84	3,24	25,3	22,5	30	25,8	166	35,7	0,351	148
100	80	3	8,01	10,2	149	105	3,82	3,21	29,7	26,4	35,4	30,4	196	41,9	0,35	125
100	80	4	10,5	13,3	189	134	3,76	3,17	37,8	33,4	45,6	39,1	254	53,4	0,346	95,4
100	80	5	12,8	16,4	225	159	3,71	3,12	45	39,7	55	47,1	308	63,7	0,343	77,9
100	80	6	15,1	19,2	257	181	3,65	3,07	51,4	45,2	63,7	54,5	357	73	0,339	66,2
100	80	6,3	15,5	19,7	256	181	3,6	3,03	51,2	45,1	64,3	55,1	371	75	0,333	64,6
120	60	2,5	6,74	8,59	161	55,1	4,33	2,53	26,8	18,4	33,2	20,5	133	31,7	0,351	148
120	60	3	8,01	10,2	189	64,3	4,3	2,51	31,5	21,4	39,2	24,2	156	37,1	0,35	125
120	60	4	10,5	13,3	240	81	4,24	2,46	40	27	50,4	31	201	47	0,346	95,4
120	60	5	12,8	16,4	286	95,5	4,18	2,42	47,6	31,8	60,9	37,3	242	55,8	0,343	77,9
120	60	6	15,1	19,2	326	108	4,12	2,37	54,3	35,9	70,4	42,9	280	63,6	0,339	66,2
120	60	6,3	15,5	19,7	324	108	4,05	2,33	53,9	35,8	70,9	43,4	289	65,1	0,333	64,6
120	60	8	18,9	24	368	121	3,91	2,24	61,4	40,2	83,4	50,7	340	75	0,326	53
120	80	3	8,96	11,4	230	123	4,49	3,29	38,3	30,8	46,2	35	255	50,8	0,39	112
120	80	4	11,7	14,9	294	157	4,43	3,24	49	39,2	59,7	45,2	331	64,9	0,386	85,2
120	80	5	14,4	18,4	352	187	4,38	3,19	58,7	46,8	72,4	54,6	402	77,8	0,383	69,4
120	80	6	17	21,6	404	214	4,32	3,14	67,4	53,4	84,1	63,4	469	89,4	0,379	58,9
120	80	6,3	17,5	22,2	405	215	4,27	3,11	67,5	53,7	85,3	64,4	488	92,1	0,373	57,3
120	80	8	21,4	27,2	469	247	4,15	3,01	78,2	61,8	101	76,3	584	108	0,366	46,8
140	80	4	13	16,5	429	180	5,09	3,3	61,3	45	75,5	51,3	412	76,5	0,426	77
140	80	5	16	20,4	516	215	5,03	3,25	73,7	53,8	91,7	62,1	501	91,8	0,423	62,6
140	80	6	18,9	24	595	247	4,97	3,2	85	61,7	107	72,3	584	106	0,419	53
140	80	6,3	19,4	24,8	599	249	4,92	3,17	85,5	62,3	109	73,7	609	109	0,413	51,4
140	80	8	23,9	30,4	700	289	4,79	3,08	100	72,2	130	87,8	731	129	0,406	41,8
150	100	4	14,9	18,9	594	318	5,6	4,1	79,2	63,6	95,6	72,4	662	105	0,486	67,2
150	100	5	18,3	23,4	718	383	5,54	4,05	95,7	76,6	117	88,2	809	127	0,483	54,5
150	100	6	21,7	27,6	832	443	5,49	4	111	88,5	137	103	948	147	0,479	46,1
150	100	6,3	22,4	28,5	844	450	5,44	3,97	113	90	140	106	992	152	0,473	44,6
150	100	8	27,7	35,2	999	530	5,33	3,88	133	106	169	127	1 206	182	0,466	36,1
150	100	10	33,4	42,6	1 145	603	5,19	3,77	153	121	198	149	1 426	211	0,457	29,9
150	100	12	37,7	48,1	1 166	616	4,93	3,58	156	123	212	160	1 573	229	0,438	26,5
150	100	12,5	38,9	49,5	1 179	622	4,88	3,54	157	124	216	163	1 606	233	0,436	25,7
160	80	4	14,2	18,1	597	203	5,74	3,35	74,6	50,8	92,8	57,3	494	88	0,466	70,2
160	80	5	17,5	22,4	720	243	5,68	3,3	90	60,8	113	69,6	601	106	0,463	57
160	80	6	20,7	26,4	833	280	5,62	3,25	104	69,9	132	81,1	702	122	0,459	48,2
160	80	6,3	21,4	27,3	842	283	5,55	3,22	105	70,9	135	83	732	126	0,453	46,7
160	80	8	26,4	33,6	992	330	5,43	3,13	124	82,6	162	99,4	882	150	0,446	37,9
160	80	10	31,8	40,6	1 128	371	5,27	3,03	141	92,8	190	115	1 031	172	0,437	31,4
160	80	12	35,8	45,7	1 127	371	4,97	2,85	141	92,9	201	122	1 111	183	0,418	27,9
160	80	12,5	36,9	47	1 135	373	4,91	2,82	142	93,4	205	124	1 129	185	0,416	27,1

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau SCEREN

Annexe 3 – Extrait du listing des données de l'étude du portique 2

```
+------------------+
|  Noeud(s) [ mm ] |
+------------------+

Noeud       x          y          Noeud      x          y

  1       0.000      0.000           2      0.000   3250.000
  3    5000.000   6000.000           4  10000.000   3250.000
  5   15000.000   6000.000           6  20000.000   3250.000
  7   20000.000      0.000           8  10000.000      0.000

+--------------------------+
|  Poutres(s)  [  mm , ° ] |
+--------------------------+

Poutre   Ori -> Ext    Orient    Sect  Mat    Long      Type

   1       1      2     0.0000    11   11  3250.000    Rigide - Rigide
   2       2      3     0.0000    10   11  5706.356    Rigide - Rigide
   3       3      4     0.0000    10   11  5706.356    Rigide - Rigide
   4       4      5     0.0000    10   11  5706.356    Rigide - Rigide
   5       5      6     0.0000    10   11  5706.356    Rigide - Rigide
   6       6      7     0.0000    11   11  3250.000    Rigide - Rigide
   7       8      4     0.0000    11   11  3250.000    Rigide - Rigide

+-----------------------+
|  Section(s) droite(s) |
+-----------------------+

Section droite 10 :  IPE 220

Section droite 11 :  IPE 240

+-----------------------+
|  Liaison(s) nodale(s) |
+-----------------------+

Noeud 1 : dx = dy = 0
Noeud 8 : dx = dy = 0
Noeud 7 : dx = dy = 0

+----------------------+
|  Cas de charge(s)  1 |
+----------------------+

Le poids propre est pris en compte ( g = 10.00 m/s2 )

4 Charge(s) uniformément répartie(s) [ kN/m ]

Poutre 2 : px = 0.000  py = -1.032
Poutre 3 : px = 0.000  py = -1.032
Poutre 4 : px = 0.000  py = -1.032
Poutre 5 : px = 0.000  py = -1.032

+----------------------+
|  Cas de charge(s)  2 |
+----------------------+

6 Charge(s) uniformément répartie(s) [ kN/m ]

Poutre 1 : pX = 0.000  pY = 2.372    (Repère local)
Poutre 6 : pX = 0.000  pY = 4.150    (Repère local)
Poutre 2 : pX = 0.000  pY = 4.386    (Repère local)
Poutre 5 : pX = 0.000  pY = 4.386    (Repère local)
Poutre 3 : pX = 0.000  pY = 4.553    (Repère local)
Poutre 4 : pX = 0.000  pY = 4.553    (Repère local)

+-----------------------------------+
|  Combinaison(s) de cas de charges |
+-----------------------------------+

  1 : 1.00 Cas 1 + 1.50 Cas 2
```

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Annexe 4 – Extrait du listing des résultats de l'étude du portique 2

```
+---------------------------------+
| Action(s) de liaison [ kN   kN.m ] |
+---------------------------------+

Noeud   1  -   Rx =      -0.650   Ry =    -25.399   Mz =         0.000
Noeud   7  -   Rx =      -6.510   Ry =    -23.990   Mz =         0.000
Noeud   8  -   Rx =      -1.508   Ry =    -52.224   Mz =         0.000


+-------------------------------+
| Efforts intérieurs [ kN  kN.m ] |
+-------------------------------+

Combinaison de cas de charges 1 : 1.00 Cas 1 + 1.50 Cas 2

N = Effort normal   TY = Effort tranchant   MfZ = Moment fléchissant

ELE   ori       No        TYo       MfZo     dL(m)
      ext       Ne        TYe       MfZe

   1   1     25.399     -0.651     -0.000   1.024E-04
       2     26.390    -12.214     20.905

   2   2     23.420     17.237     20.905   2.052E-04
       3     26.974    -13.843     11.221

   3   3     26.136     15.367     11.221   1.984E-04
       4     22.582    -17.143     16.289

   4   4     24.582     17.651     21.189   2.146E-04
       5     28.136    -14.860     13.225

   5   5     27.616     15.804     13.225   2.104E-04
       6     24.062    -15.277     11.720

   6   6     24.982     13.722     11.720   9.688E-05
       7     23.990     -6.510     -0.000

   7   8     52.224     -1.508     -0.000   2.086E-04
       4     53.216     -1.508      4.900
```

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.