

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION
SESSION 2020

DOSSIER RESSOURCES

Contenu du dossier

Etude des contextes géotechniques et de chargements	Pages 2 et 3
Définition de la structure porteuse et les stabilités	Page 4
Rédaction des pièces techniques du marché	Pages 4 et 5

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2020		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page 1 sur 5

1. Étude des contextes géotechniques et de chargements

1.1. Action du vent

01 Ain	1 ; 2	32 Gers	1	64 Pyrénées Atlantiques	2
02 Aisne	2	33 Gironde	1 ; 2	65 Hautes Pyrénées	1
03 Allier	2	34 Hérault	3	66 Pyrénées Orientales	2
04 Alpes-de-Haute-Provence	1 ; 2	35 Ille et Vilaine	2	67 Bas Rhin	2
05 Hautes Alpes	1 ; 2	36 Indre	2	68 Haut Rhin	2
06 Alpes Maritimes	1 ; 2	37 Indre et Loire	2	69 Rhône	2
07 Ardèche	2	38 Isère	1 ; 2	70 Haute Saône	1 ; 2
08 Ardennes	2	39 Jura	1	71 Saône et Loire	2
09 Ariège	2	40 Landes	1 ; 2	72 Sarthe	2
10 Aube	2	41 Loir et Cher	2	73 Savoie	1
11 Aude	2 ; 3	42 Loire	2	74 Haute Savoie	1
12 Aveyron	2	43 Haute Loire	2	75 Paris	2
13 Bouches du Rhône	3	44 Loire Atlantique	2 ; 3	76 Seine Maritime	2 ; 3
14 Calvados	2	45 Loiret	2	77 Seine et Marne	2
15 Cantal	1 ; 2	46 Lot	1	78 Yvelines	2
16 Charente	1	47 Lot et Garonne	1	79 Deux Sèvres	2
17 Charente Maritime	1 ; 2 ; 3	48 Lozère	2	80 Somme	2 ; 3
18 Cher	2	49 Maine et Loire	2	81 Tarn	1 ; 2
19 Corrèze	1	50 Manche	2	82 Tarn et Garonne	1
2B Haute Corse	3 ; 4	51 Marne	2	83 Var	2
2A Corse du Sud	3 ; 4	52 Haute Marne	2	84 Vaucluse	2
21 Côte d'Or	1 ; 2	53 Mayenne	2	85 Vendée	3
22 Côtes d'Armor	3	54 Meurthe et Moselle	2	86 Vienne	1
23 Creuse	1	55 Meuse	2	87 Haute Vienne	1
24 Dordogne	1	56 Morbihan	3	88 Vosges	2
25 Doubs	1 ; 2	57 Moselle	2	89 Yonne	2
26 Drôme	2	58 Nièvre	2	90 Territoire de Belfort	2
27 Eure	2	59 Nord	2 ; 3	91 Essonne	2
28 Eure et Loire	2	60 Oise	2	92 Hauts de Seine	2
29 Finistère	3	61 Orne	2	93 Seine Saint Denis	2
30 Gard	2 ; 3	62 Pas de Calais	2 ; 3	94 Seine et Marne	2
31 Haute Garonne	1 ; 2	63 Puy de Dôme	2	95 Seine Saint Denis	2

Tableau 1 : Régions pour le vent

Régions	1	2	3	4
Valeur de base de la vitesse de référence du vent v_b (m/s)	22	24	26	28

Tableau 2 : Vitesse de référence du vent

- La pression dynamique de pointe $q_p(z)$ à la hauteur z est donnée par : $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$
- Où :
- q_b est la pression dynamique de référence du vent : $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$
- ρ est la masse volumique de l'air, qui peut être prise égale à 1,225 kg/m³.
- $c_e(z)$ est le coefficient d'exposition, qui peut être obtenu par l'abaque du tableau 3.

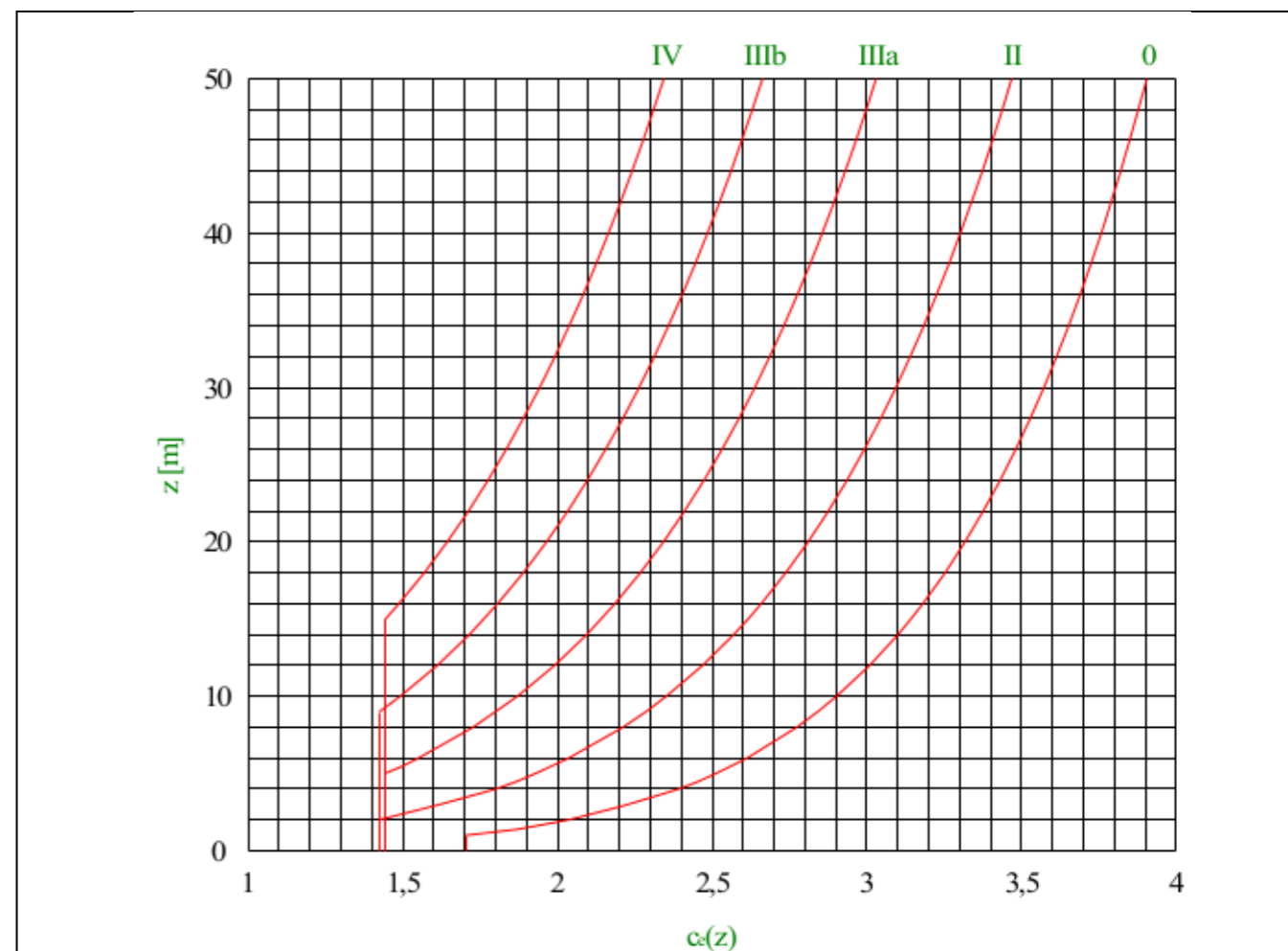


Tableau 3 : Coefficient d'exposition $c_e(z)$

1.2. Action de la neige

01 Ain	A2/C2	32 Gers	A2	64 Pyrénées Atlantiques	A2
02 Aisne	A1/C1	33 Gironde	A2	65 Hautes Pyrénées	A2
03 Allier	A2	34 Hérault	B2/C2	66 Pyrénées Orientales	C2/D
04 Alpes-de-Haute-Provence	C1	35 Ille et Vilaine	A1	67 Bas Rhin	B1/C1
05 Hautes Alpes	C1	36 Indre	A1	68 Haut Rhin	C1
06 Alpes Maritimes	A2/C1	37 Indre et Loire	A1	69 Rhône	A2
07 Ardèche	C2	38 Isère	C2	70 Haute Saône	A2/C2
08 Ardennes	A1/C1	39 Jura	B1/C1	71 Saône et Loire	A2/B1
09 Ariège	A2/C2	40 Landes	A2	72 Sarthe	A1
10 Aube	A1	41 Loir et Cher	A1	73 Savoie	C2/E
11 Aude	C2/D	42 Loire	A2	74 Haute Savoie	C2/E
12 Aveyron	A2	43 Haute Loire	A2	75 Paris	A1
13 Bouches du Rhône	A2	44 Loire Atlantique	A1	76 Seine Maritime	A1
14 Calvados	A1	45 Loiret	A1	77 Seine et Marne	A1
15 Cantal	A2	46 Lot	A2	78 Yvelines	A1
16 Charente	A2	47 Lot et Garonne	A2	79 Deux Sèvres	A1
17 Charente Maritime	A2	48 Lozère	A2	80 Somme	A1
18 Cher	A1	49 Maine et Loire	A1	81 Tarn	C
19 Corrèze	A2	50 Manche	A1	82 Tarn et Garonne	A2

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2020		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page 2 sur 5

2B Haute Corse	A2	51 Marne	A1	83 Var	A2/C2
2A Corse du Sud	A2	52 Haute Marne	A1	84 Vaucluse	B2/C2
21 Côte d'Or	A1	53 Mayenne	A1	85 Vendée	A1
22 Côtes d'Armor	A1	54 Meurthe et Moselle	A1/B1/C1	86 Vienne	A1
23 Creuse	A2	55 Meuse	A1/C1	87 Haute Vienne	A2
24 Dordogne	A2	56 Morbihan	A1	88 Vosges	A1/B1/C1
25 Doubs	B1/C1/E	57 Moselle	A1/B1/C1	89 Yonne	A1
26 Drôme	C2	58 Nièvre	A1	90 Territoire de Belfort	C2
27 Eure	A1	59 Nord	A1/C1	91 Essonne	A1
28 Eure et Loire	A1	60 Oise	A1	92 Hauts de Seine	A1
29 Finistère	A1	61 Orne	A1	93 Seine Saint Denis	A1
30 Gard	B2	62 Pas de Calais	A1	94 Seine et Marne	A1
31 Haute Garonne	A2/C2	63 Puy de Dôme	A2	95 Seine Saint Denis	A1

Tableau 4 : Régions pour la neige

Régions	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Charge de neige sur le sol $s_{k,0}$ (kN/m ²)	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40
Charge de neige exceptionnelle s_{AD} (kN/m ²)	-	1,00	1,00	1,35	-	1,35	1,80	-

Tableau 5 : Charge de neige sur le sol

Altitude du lieu A en m	Influence de l'altitude $\Delta S1$	Influence de l'altitude $\Delta S2$
$A \leq 200$ m	0	0
$200 \text{ m} \leq A \leq 500$ m	$(0,10 A - 20) / 100$	$(0,15 A - 30) / 100$
$500 \text{ m} \leq A \leq 1.000$ m	$(0,15 A - 45) / 100$	$(0,35 A - 130) / 100$
$1.000 \text{ m} \leq A \leq 2.000$ m	$(0,35 A - 245) / 100$	$(0,70 A - 480) / 100$

Tableau 6 : Influence de l'altitude sur la charge de neige

1.3. Contexte sismique

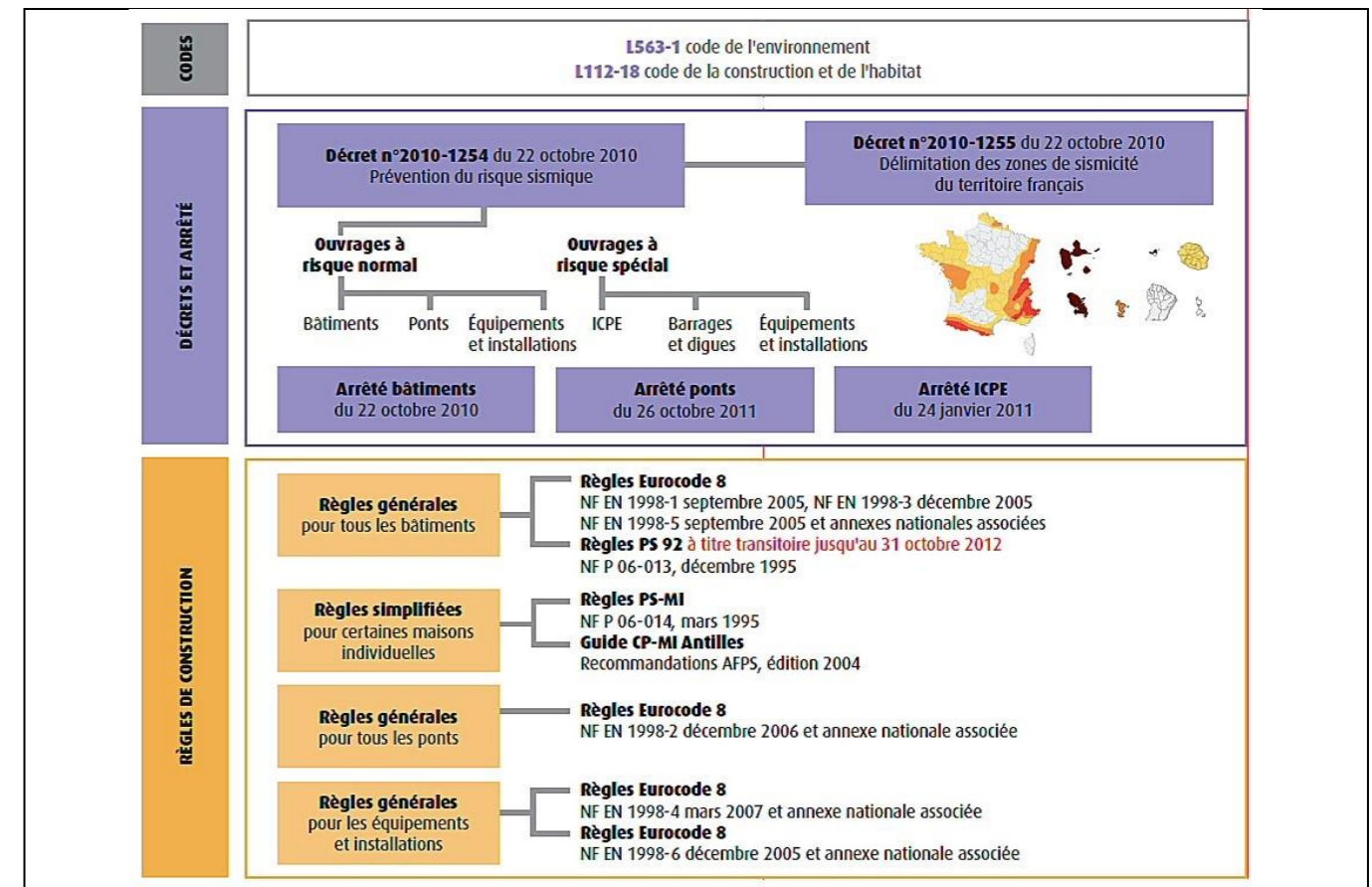


Tableau 7 : Contexte réglementaire

Zones de sismicité	Catégorie d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2	aucune exigence		Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$	
Zone 3	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	
Zone 4	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	
Zone 5	CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Tableau 8 : Réglementation sismique applicable

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2020		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page 3 sur 5

2. Définition de la structure porteuse principale et les stabilités

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte													Classification ENV 1993-1-1				EN 10025-2: 2004 EN 10025-4: 2004 EN 10225: 2001				
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending yy		pure compression							
	G kg/m	I _y mm ⁴	W _{el,y} mm ³	W _{pl,y} □ mm ³	i _y mm	A _{vz} mm ²	I _z mm ⁴	W _{el,z} mm ³	W _{pl,z} □ mm ³	i _z mm	s _s mm	I _t mm ⁴	I _w mm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235		S 355	S 460		
	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10	x 10 ²	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10		x 10 ⁴	x 10 ⁶										
HE 100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	3	3	1	3	3	□	□	□
HE 100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 100 B	20,4	449,5	89,91	104,2	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 100 M	41,8	1143	190,4	235,8	4,63	18,04	399,2	75,31	116,3	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	2	3	4	2	3	4	□	□	□
HE 120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	2	1	1	2	□	□	□
HE 120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 120 M	52,1	2018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,6	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 140 AA	18,1	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	3	3	4	3	3	4	□	□	□
HE 140 A	24,7	1033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	2	3	1	2	3	□	□	□
HE 140 B	33,7	1509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,8	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 140 M	63,2	3291	411,4	493,8	6,39	24,46	1144	156,8	240,5	3,77	71,06	120,0	54,33	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 160 AA	23,8	1283	173,4	190,4	6,50	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	3	3	4	3	3	4	□	□	□
HE 160 A	30,4	1673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	2	3	1	2	3	□	□	□
HE 160 B	42,6	2492	311,5	354,0	6,78	17,59	889,2	111,2	170,0	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 160 M	76,2	5098	566,5	674,6	7,25	30,81	1759	211,9	325,5	4,26	77,57	162,4	108,1	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 180 AA	28,7	1967	235,6	258,2	7,34	12,16	730,0	81,11	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	3	3	4	3	3	4	□	□	□
HE 180 A	35,5	2510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,80	60,21	1	3	3	1	3	3	□	□	□
HE 180 B	51,2	3831	425,7	481,4	7,66	20,24	1363	151,4	231,0	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1	□	□	□
HE 180 M	88,9	7483	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1	□	□	□

Tableau 9 : Caractéristiques géométriques des laminés en H

Normes et nuances d'acier	Epaisseur nominale t de l'élément (mm)			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _y (MPa)	f _u (MPa)	f _y (MPa)	f _u (MPa)
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

Tableau 10 : Valeurs nominales de limite d'élasticité f_y et de résistance à la traction f_u pour les aciers de construction laminés à chaud

3. Rédaction des pièces techniques du marché

Famille	Types d'élément structural
A	Eléments secondaires ne participant pas à la stabilité générale* <ul style="list-style-type: none"> — Empannage : pannes, éclisses, échantignoles, liernage, bracons, chevêtres ; — Eléments de façade : lisses, montants de bardage, linteaux ; — Eléments de plancher jusqu'à 8 mètres de portée ; — Auvents jusqu'à 3 mètres de portée et acrotères.
B	Eléments de circulation courants <ul style="list-style-type: none"> — Eléments porteurs de passerelle de circulation jusqu'à 10 mètres de portée, et jusqu'à 2 UP (unités de passage) ; — Poutraison, limons, et supports d'escaliers ; — Eléments porteurs des passerelles d'entretien.
C	Eléments de plancher <ul style="list-style-type: none"> — Solives de portée supérieure à 8 mètres ; — Poutres à âme pleine, de portée supérieure à 8 mètres ; — Poutres alvéolaires (toutes configurations) ; — Poteaux pendulaires et consoles supports de plancher.
D	Supports d'équipements industriels <ul style="list-style-type: none"> — Chemins de roulement pour ponts roulants de capacité inférieure ou égale à 100 kN, contreventements associés, consoles-supports ; — Supports de machines courantes (capacité limitée à 100 kN).
D+	Supports d'équipements industriels lourds <ul style="list-style-type: none"> — Chemins de roulement pour ponts roulants de capacité supérieure à 100 kN, contreventements associés, consoles-supports ; — Supports de machines lourdes.
E	Eléments courants de structure principale ** <ul style="list-style-type: none"> — Eléments constitutifs de portiques de portée inférieure ou égale à 35 mètres et de hauteur inférieure ou égale à 15 mètres (poteaux, traverses à âme pleine, traverses treillis) ; — Poutres treillis de portée inférieure ou égale à 35 mètres ; — Poutres-au-vent, palées de stabilité ; — Auvents (portée maximum 6 mètres) ; — Eléments porteurs de passerelle de circulation de portée supérieure à 10 mètres et inférieure ou égale à 35 mètres, de plus de 2 UP (Unités de passage).
E+	Eléments complexes de structure <ul style="list-style-type: none"> — Eléments constitutifs de portiques de portée supérieure à 35 mètres (poteaux, traverses à âme pleine, traverses treillis) ou de hauteur supérieure à 15 mètres ; — Poutres treillis de portée supérieure à 35 mètres ; — Auvents (portée supérieure à 6 mètres) ; — Eléments porteurs de passerelle de circulation de portée supérieure à 35 mètres.
<p>* Les éléments participant à la stabilité générale sont constitués des éléments structuraux qui conduisent les efforts horizontaux, dus aux actions extérieures (vent, séisme,...), jusqu'aux fondations et qui assurent le contreventement de la structure principale.</p> <p>** Les éléments de structure principale sont constitués des éléments structuraux qui conduisent les efforts principaux, dus aux actions extérieures, jusqu'aux fondations.</p>	

Tableau 11 : Définition des familles d'éléments

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2020		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page 4 sur 5

Classes de conséquences CC								
Classe de conséquences de l'élément structural		Familles d'éléments						
		A	B	C	D	D+	E	E+
Classe de l'ouvrage	CCO.1	CC1	CC1	CC1	CC1	CC2	CC1	CC2
	CCO.2a	CC1	CC1	CC2	CC1	CC2	CC2	CC2
	CCO.2b	CC1	CC1	CC2	CC2	CC2	CC2	CC3
	CCO.3	CC1	CC1	CC2	CC2	CC3	CC3	CC3

Tableau 12 : Classes de conséquence par familles d'éléments

Catégorie de service	Exemples
SC1	<ul style="list-style-type: none"> — éléments structuraux calculés pour des actions quasi statiques ^(a), sauf cas définis en SC2 ; — éléments structuraux calculés pour des actions de fatigue exercées par des ponts roulants de classe S0 ^(b) ; — éléments structuraux avec leurs assemblages calculés pour des actions sismiques dans la classe de ductilité DCL et DCL+ ^(c) ;
SC2	<ul style="list-style-type: none"> — éléments structuraux calculés pour des actions de fatigue exercées par des ponts roulants de classe S1 à S9 ^(b) ; — éléments structuraux calculés pour des actions dynamiques induites par la foule ^(d) ou les machines tournantes ; — éléments structuraux avec leurs assemblages, calculés pour des actions sismiques dans les classes de ductilité DCM et DCH ^(e) ; — structures sensibles aux instabilités aéroélastiques ou au détachement tourbillonnaire (Annexe E de l'EN 1991-1-4) mais aussi les structures pour lesquelles la part dynamique (C_d) du coefficient structural $C_s C_d$ dépasse la valeur seuil de 1,25.

^(a) Le vent est considéré comme une action quasi-statique : voir la NF EN 1991-1-4 (chapitre 3.3),
^(b) Les classes S0 à S9 sont définies dans le Tableau 2.11 de la NF EN 1991-3. Ces classes prennent en compte la fréquence d'utilisation du pont et le niveau usuel de chargement.
^(c) Voir les « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier et mixtes non ou faiblement dissipatives » de la CNC2M.
^(d) Certains escaliers de secours relèvent de cette catégorie en fonction de la destination des ouvrages qu'ils desservent.
^(e) La catégorie SC2 concerne les éléments conçus pour avoir un comportement dissipatif, ainsi que leurs assemblages, en tant qu'éléments de structure parasismique en classe de ductilité DCM ou DCH selon la norme NF EN 1998-1. Les autres éléments de la structure, non dissipatifs, peuvent être considérés en catégorie SC1.

Tableau 11 : Critères de choix des catégories de service

Catégorie de production	Exemples
PC1	<ul style="list-style-type: none"> — Éléments non soudés fabriqués à partir de produits en acier, quelles que soient leurs nuances. — Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier inférieure à S355. — Soudures âme /semelle de PRS de nuance d'acier inférieure ou égale à S355.
PC2	<ul style="list-style-type: none"> — Éléments soudés (toutes nuances) comportant des assemblages de continuité par soudures bout à bout. — Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier supérieure ou égale à S355. — Éléments essentiels à l'intégrité de la structure qui sont assemblés par soudage sur le chantier de construction. — Éléments devant subir un formage à chaud ou un traitement thermique au cours de la fabrication. — Éléments de treillis tubulaires nécessitant des découpes en gueule de loup. — Assemblages particuliers tels que certains inserts à goujons.

Tableau 12 : Critères de choix pour les catégories de production

Classe d'exécution	CC1		CC2		CC3	
	SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Tableau 13 : Définition des classes d'exécution par famille d'éléments structuraux

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2020		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page 5 sur 5