

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Constructions Métalliques

SESSION 2015

E4. ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

U4 .2 Note de Calculs

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 – E5

DOCUMENTS AUTORISÉS :

- Catalogues de profilés
- Règlements ou extraits des règlements en vigueur : EN1990, EN1991 et EN 1993
- Fascicule Eurocodes BTS (aucune annotation admise)

CONTENU DU DOSSIER :

- ❑ Questionnaire : pages 2 - 3
- ❑ Document réponse : DR1 & DR2 page 4
- ❑ Document réponse : DR3 & DR4 page 5
- ❑ Annexes 1 : pages 6 - 7

BARÈME INDICATIF :

Exercice	1 :	5 points
Exercice	2 :	6 points
Exercice	3 :	9 points

Les documents réponse doivent tous être rendus avec la copie.

CODE ÉPREUVE : CME4CAL	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONSTRUCTIONS METALLIQUES
SESSION 2015	SUJET	Épreuve U4.2 NOTE DE CALCULS	Calculatrice autorisée : oui
Durée : 4h	Coefficient : 3	SUJET N°VP - 14 - 02	Page : 1/7

1. ÉTUDE DES ACTIONS CLIMATIQUES

1-1 Étude des charges de neige

Hypothèses :

- La pente de la toiture est de 3,1%.
- Prendre en compte l'influence des acrotères situés sur les longs-pans. Ils seront considérés identiques et d'une hauteur $h=670\text{mm}$.
- Négliger l'influence des acrotères situés sur les pignons.

1-1-1 Déterminer les charges de neige normale et accidentelle.

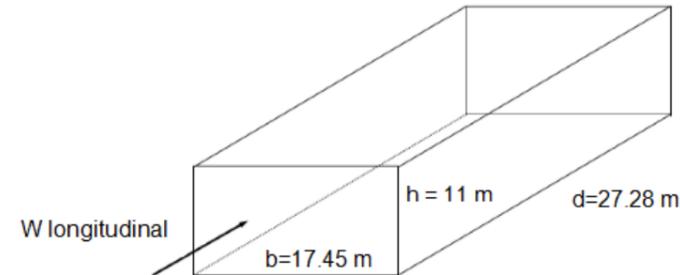
1-1-2 Déterminer la répartition de neige normale et accidentelle sur la toiture.

Fournir le détail de vos calculs sur votre copie et compléter le document réponse DR1.

1-2 Étude des charges de vent

Hypothèses : Toutes les côtes nécessaires à l'étude sont sur la figure ci-dessous.

- Pour cette question, seul le vent longitudinal sera étudié. **La face au vent est la file A.**
- Bâtiment fermé sans face dominante.
- Terrain plat en zone industrielle, classe de rugosité III.b.
- La pente de la toiture est de 3,1%
- Prendre en compte l'influence des acrotères avec le rapport : $h_p/h=0.05$



1-2-1 Déterminer la pression de pointe.

1-2-2 Déterminer les coefficients de pression extérieure sur les pignons files A et F.

1-2-3 Déterminer l'action d'ensemble sur la stabilité longitudinale du bâtiment pour une surpression intérieure $C_{pi}=+0,2$.

1-2-4 Étude des portiques file D.

Fournir le détail de vos calculs sur votre copie et compléter le document réponse DR2.

1-2-4.1 Après avoir identifié les zones de pression associées à la file D, déterminer les coefficients de pression extérieure (sur les parois et la toiture).

1-2-4.2 Déterminer les coefficients de pression intérieure sur les parois et la toiture.

1-2-4.3 Donner les coefficients de pression nette (C_{pnet}) sur les parois, la toiture et les acrotères pour une surpression intérieure $C_{pi}=+0,2$.

1-2-4.4 À partir de vos résultats à la question précédente, calculer les valeurs de la charge linéique de vent (en kN/m) sur le portique file D. Faire un schéma sur votre copie.

2. ÉTUDE DE L'OSSATURE DE PLANCHER (+7.00m)

2-1 Étude de la solive DE file 3

Hypothèses :

- La solive IPE270 en S275 est de classe 1 en flexion.
- Elle est considérée sur deux appuis simples.
- Les bacs du plancher collaborant évitent tout déversement.
- Les charges permanentes sont de $2,2 \text{ kN/m}^2$.
- Les charges d'exploitations sont données sur la vue en plan.

2-1-1 Déterminer la charge linéique à utiliser pour la vérification à l'ELS en précisant le critère de déformation utilisé.

2-1-2 Déterminer la charge linéique à utiliser à l'ELU a pour valeur $q=22,3\text{kN/m}$.

2-1-3 Vérifier le profil en flexion.

2-2 Étude du chargement de la poutre 2-3 file D

Hypothèses :

- La poutre IPE270 en S275 est de classe 1 en flexion. Son poids propre est de $36,1 \text{ daN/m}$.
- Elle est encastree à ses deux extrémités.
- Les bacs du plancher collaborant évitent tout déversement.
- Les charges permanentes sont de $G=2,2 \text{ kN/m}^2$.
- La charge d'exploitation est de $I=5 \text{ kN/m}^2$.

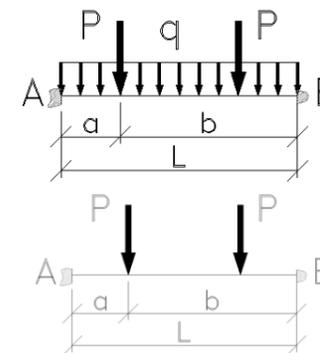
2-2-1 Déterminer les charges sur la poutre pour les cas de charges unitaires G et I.

2-2-2 Calculer les actions aux appuis sous les cas de charges unitaires G et I puis dessiner la poutre en équilibre.

2-2-3 Les sollicitations maximum étant aux appuis, vérifier la poutre à l'ELU sans prendre en compte l'effort tranchant.

2-2-4 Si la condition ELU n'est pas vérifiée, en vous reportant au dossier technique, justifier le choix du profilé en comparant le modèle de calcul et la poutre réelle.

Poutre sur 2 encastremets :

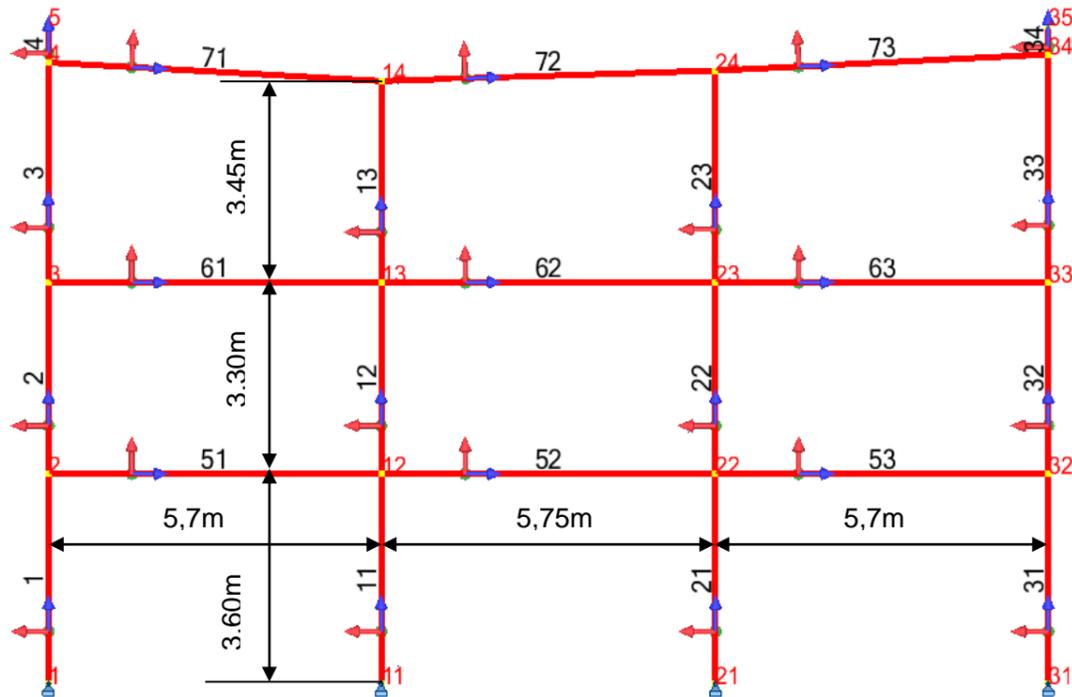


$$M_A = M_B = \frac{q \cdot L^2}{12} + \frac{P \cdot a \cdot b}{L} \quad R_A = R_B = \frac{q \cdot L}{2} + P$$

$$M_A = M_B = \frac{P \cdot a \cdot b}{L} \quad R_A = R_B = P$$

3. ÉTUDE DE L'OSSATURE D'UN PORTIQUE

3-1 Modélisation informatique d'un portique



On donne :

- Ci dessous le modèle de calcul d'un portique.
- En annexe 1:
 - description de la structure - nœuds - éléments - appuis.
 - réactions aux appuis pour la combinaison 13.
 - cas de charges élémentaires et combinaisons de charges.
 - forces nodales pour la combinaison 13.

3-1-1 Indiquer sur la figure du document réponse DR3, les charges élémentaires appliquées à la structure pour le cas 6.

3-1-2 Représenter l'élément **12** en équilibre pour la combinaison 3 (cas13) : DR4.

3-1-3 Vérifier l'équilibre de l'élément **12** (poids de l'élément pondéré : 215daN).

3-1-4 Déterminer et tracer les diagrammes $N_{(x)}$, $V_{(x)}$ et $M_{(x)}$ le long de l'élément **12**. Fournir le détail de vos calculs sur votre copie et compléter le document réponse DR4.

3-2 Étude des poteaux 1 et 11

Hypothèses :

- Les poteaux sont des HEA240 en S275 de classe 1 en flexion composée.
- La structure est à nœuds fixes dans le plan du long pan.
- La structure est à nœuds déplaçables dans le plan du portique.
- Ne pas tenir compte de l'influence des jarrets.

3-2-1 Calculer la longueur de flambement du poteau **1** dans le plan du portique.

3-2-2 Donner la longueur de flambement du poteau **1** dans le plan du long-pan.

3-2-3 Vérifier le poteau **11** à l'ELU.

3-2-3.1 Calculer, en tête de poteau, la résistance en section transversale.

3-2-3.2 Calculer le coefficient de réduction dû au déversement X_{LT} .

3-2-3.3 Justifier que le déversement peut être négligeable.

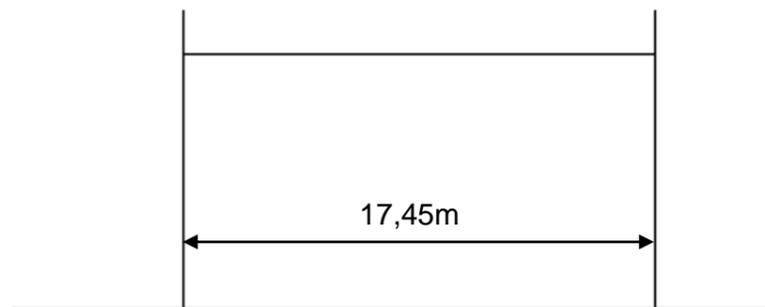
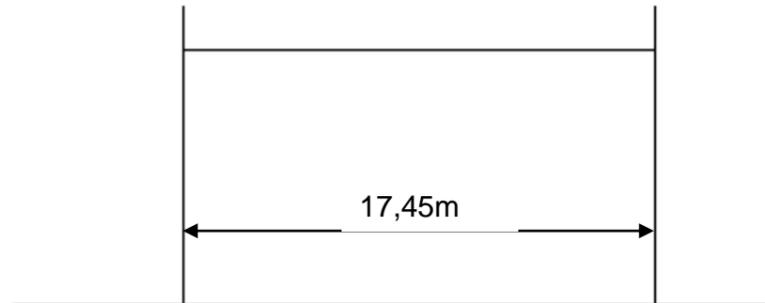
3-2-3.4 Vérifier le poteau en négligeant le déversement ($X_{LT}=1$)

Données complémentaires :

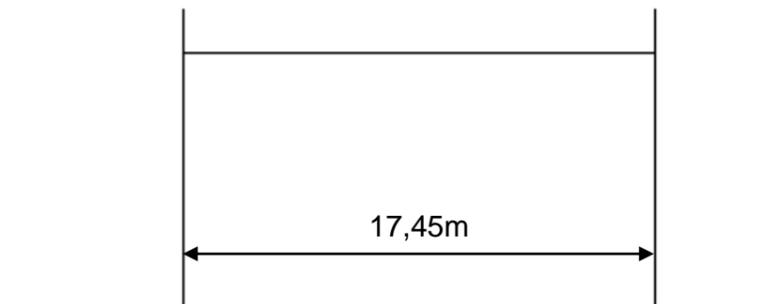
- Efforts en tête de poteau :
 - $N_{ED} = 645,5$ kN
 - $V_{ED} = 18$ kN
 - $M_{ED} = 38,96$ m.kN
- Les facteurs d'interaction sont égaux à :
 - $k_{yy} = 1,297$
 - $k_{zy} = 1,654$
- Le moment critique de déversement est égal à : $M_{cr} = 1093,95$ m.kN
- Les longueurs de flambement sont égales à :
 - $L_{cry} = 11,61$ m dans le plan du portique.
 - $L_{crz} = 3,6$ m dans le plan du long-pan.

DOCUMENT RÉPONSE DR1

Représentation de la répartition de la neige normale :



Représentation de la répartition de la neige accidentelle :

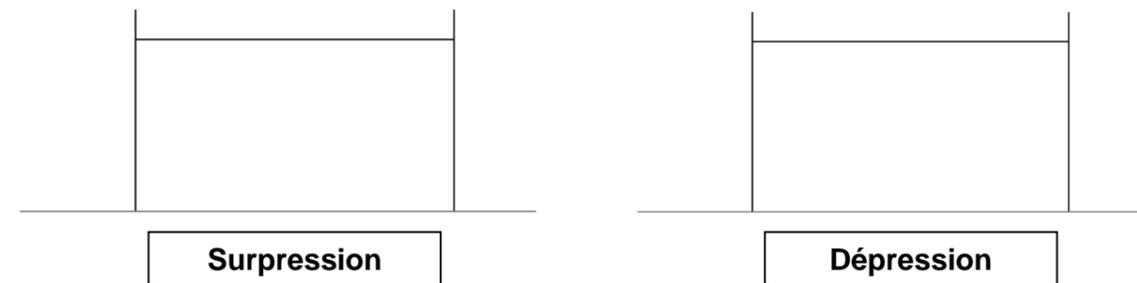


DOCUMENT RÉPONSE DR2

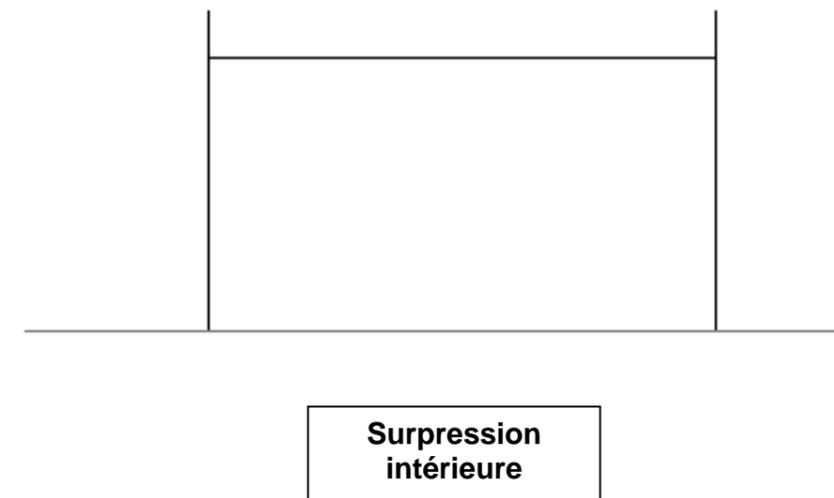
Représentation des coefficients de pression extérieure : C_{pe}



Représentation des coefficients de pression intérieure : C_{pi}

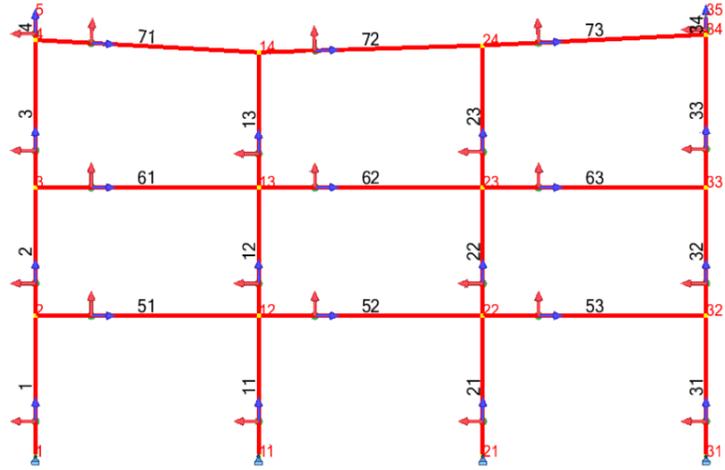


Représentation des coefficients de pression nette : C_{pnet}



ANNEXE 1

Données de la structure :



Noeud	X [m]	Z [m]	Appui
1	0	-0,3	Rotule
2	0	3,3	
3	0	6,6	
4	0	10,37	
5	0	11	
11	5,7	-0,3	Rotule
12	5,7	3,3	
13	5,7	6,6	
14	5,7	10,05	
21	11,45	-0,3	Rotule
22	11,45	3,3	
23	11,45	6,6	
24	11,45	10,23	
31	17,15	-0,3	Rotule
32	17,15	3,3	
33	17,15	6,6	
34	17,15	10,51	
35	17,15	11	

Barre	Origine	Extrémité	Section
1	1	2	IPE 330
2	2	3	IPE 330
3	3	4	IPE 330
4	4	5	HEA 100
11	11	12	HEA 240
12	12	13	HEA 240
13	13	14	HEA 240
21	21	22	HEA 240
22	22	23	HEA 240
23	23	24	HEA 240
31	31	32	IPE 330
32	32	33	IPE 330
33	33	34	IPE 330
34	34	35	HEA 100
51	2	12	IPE 240
52	12	22	IPE 270
53	22	32	IPE 240
61	3	13	IPE 240
62	13	23	IPE 270
63	23	33	IPE 240
71	4	14	IPE 180
72	14	24	IPE 180
73	24	34	IPE 180

Réactions aux appuis combinaison 13 :

Cas	Noeud	FX [daN]	FZ [daN]	MY [daNm]
13 (C)	1	1771,37	29005,04	0
13 (C)	11	1082,12	64777,9	0
13 (C)	21	521,6	64109,11	0
13 (C)	31	-210,53	27105,66	0

Chargement :

	Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
G charges permanentes	1	poids propre	tous	PZ Moins Coef=1,00
	1	charge uniforme	51A53 61A63	PZ=-1296,00[daN/m]
	1	charge uniforme	71A73	PZ=-162,00[daN/m]
I surcharges d'exploitation	2	charge uniforme	71A73	PZ=-108,00[daN/m]
	2	charge uniforme	51 53 61 63	PZ=-1890,00[daN/m]
	2	charge uniforme	52 62	PZ=-2700,00[daN/m]
S neige normale	3	charge uniforme	71A73	PZ=-248,00[daN/m] projetés
S1 neige accumulée	4	charge trapézoïdale	73	PZ2=-497,00[daN/m] PZ1=-248,00[daN/m]
	4	charge trapézoïdale	71	PZ2=-248,00[daN/m] PZ1=-497,00[daN/m]
	4	charge uniforme	72	PZ=-248,00[daN/m] projetés
Vent transversal droit dépression	5	charge uniforme	71	PZ=36,00[daN/m] local
	5	charge uniforme	72 73	PZ=52,00[daN/m] local
	5	charge uniforme	1A3	PX=250,00[daN/m]
	5	charge uniforme	31A33	PX=45,00[daN/m]
	5	charge uniforme	4 34	PX=297,00[daN/m]
Vent transversal gauche dépression	6	charge uniforme	4 34	PX=-297,00[daN/m]
	6	charge uniforme	31A33	PX=-250,00[daN/m]
	6	charge uniforme	1A3	PX=-45,00[daN/m]
	6	charge uniforme	72 73	PZ=36,00[daN/m] local
Vent transversal droit surpression	7	charge uniforme	71	PZ=169,00[daN/m] local
	7	charge uniforme	72 73	PZ=185,00[daN/m] local
	7	charge uniforme	1A3	PX=114,00[daN/m]
	7	charge uniforme	31A33	PX=183,00[daN/m]
Vent transversal gauche surpression	8	charge uniforme	4 34	PX=-297,00[daN/m]
	8	charge uniforme	31A33	PX=-114,00[daN/m]
	8	charge uniforme	1A3	PX=-183,00[daN/m]
	8	charge uniforme	72 73	PZ=169,00[daN/m] local
Vent transversal longitudinal dépression	9	charge uniforme	71A73	PZ=44,00[daN/m] local
	9	charge uniforme	1A3	PX=-45,00[daN/m]
Vent transversal longitudinal surpression	10	charge uniforme	71A73	PZ=177,00[daN/m] local
	10	charge uniforme	1A3	PX=-183,00[daN/m]
	10	charge uniforme	12	PX=183,00[daN/m]

Combinaison	Nom	Définition	
11 (C)	COMB1	1*1.35+2*1.50+4*0.75	G+I+Saccumulée
12 (C)	COMB2	1*1.35+2*1.50+3*0.75+5*0.90	G+I+S+W
13 (C)	COMB3	1*1.35+2*1.50+3*0.75+6*0.90	G+I+S+W
14 (C)	COMB4	(1+2+3)*1.00	G+I+S
15 (C)	COMB5	1*1.00+5*1.50	G+W
16 (C)	COMB6	1*1.00+6*1.50	G+W
17 (C)	COMB7	1*1.00+7*1.50	G+W
18 (C)	COMB8	1*1.00+8*1.50	G+W
19 (C)	COMB9	1*1.00+9*1.50	G+W
20 (C)	COMB10	1*1.00+10*1.50	G+W

Actions des nœuds sur les barres (combinaison 3) cas 13 :

Cas	Barre	Noeud	FX [daN]	FZ [daN]	MY [daNm]
13 (C)	1	1	29 005,04	-1 771,37	0
13 (C)	1	2	-28 770,72	1 625,57	6 114,49
13 (C)	2	2	15 332,05	-4 663,39	6 989,24
13 (C)	2	3	-15 117,26	4 529,74	8 179,44
13 (C)	3	3	1 878,26	-1 710,38	4 326,62
13 (C)	3	4	-1 633,07	1 557,81	1 829,02
13 (C)	4	4	13,98	-169,20	53,55
13 (C)	4	5	0	0	0
13 (C)	11	11	6 477,90	-1 082,12	0
13 (C)	11	12	-64 543,58	1 082,12	3 895,64
13 (C)	12	12	34 074,69	-1 798,94	2 485,81
13 (C)	12	13	-33 859,90	1 798,94	3 450,69
13 (C)	13	13	3 479,53	-672,42	1 564,87
13 (C)	13	14	-3 254,98	672,42	754,99
13 (C)	21	21	64 109,11	-521,60	0
13 (C)	21	22	-63 874,80	521,60	1 877,75
13 (C)	22	22	33 762,43	301,23	-990,58
13 (C)	22	23	-33 547,64	-301,23	3,47
13 (C)	23	23	3 412,95	90,25	-659,49
13 (C)	23	24	-3 176,82	-90,25	332,08
13 (C)	31	31	27 105,66	210,53	0
13 (C)	31	32	-26 871,35	-1 020,53	-2 215,91
13 (C)	32	32	14 540,88	3 952,35	-7 628,55
13 (C)	32	33	-14 326,09	-4 694,85	-6 639,32
13 (C)	33	33	1 729,76	959,95	-4 002,18
13 (C)	33	34	-1 475,59	-1 838,57	-1 461,92
13 (C)	34	34	10,93	-132,31	32,75
13 (C)	34	35	0	0	0
13 (C)	51	2	-3 037,82	13 438,67	-13 103,74
13 (C)	51	12	3 037,82	12 925,35	11 640,75
13 (C)	52	12	-3 754,64	17 543,54	-18 022,20
13 (C)	52	22	3 754,64	16 078,81	13 811,09
13 (C)	53	22	-2 931,81	14 033,55	-14 698,26
13 (C)	53	32	2 931,81	12 330,47	9 844,46
13 (C)	61	3	2 819,37	13 239,00	-12 506,06
13 (C)	61	13	-2 819,37	13 125,02	12 181,22
13 (C)	62	13	3 945,88	17 255,35	-17 196,78
13 (C)	62	23	-3 945,88	16 367,01	14 642,79
13 (C)	63	23	3 734,90	13 767,68	-13 979,83
13 (C)	63	33	-3 734,90	12 596,34	10 641,49
13 (C)	71	4	1 296,56	1 693,71	-1 882,57
13 (C)	71	14	-1 484,01	1 409,58	1 071,57
13 (C)	72	14	2 129,49	1 700,09	-1 826,56
13 (C)	72	24	-2 024,21	1 514,69	1 293,27
13 (C)	73	24	2 061,28	1 627,35	-1 625,35
13 (C)	73	34	-1 897,47	1 558,60	1 429,18

