

CHAPITRE IV : FLEXION COMPOSEE

La flexion composée est une sollicitation combinée entre une flexion (moment fléchissant M_f) et une charge de compression (N) qui se trouvent au même temps dans la même section.

Le moment fléchissant peut être mono-axial (M_{fy} ou M_{fz}) et il peut être déviée (bi-axial) (M_y et M_z au même temps).

Le moment fléchissant peut être un moment indépendant de la charge de compression, et il peut être engendré par une excentricité de la charge (N). ($M_f=N.e$), tel que (e) est l'excentricité.

Les éléments sollicités à la flexion composée sont généralement les poteaux et les pannes de contreventement.

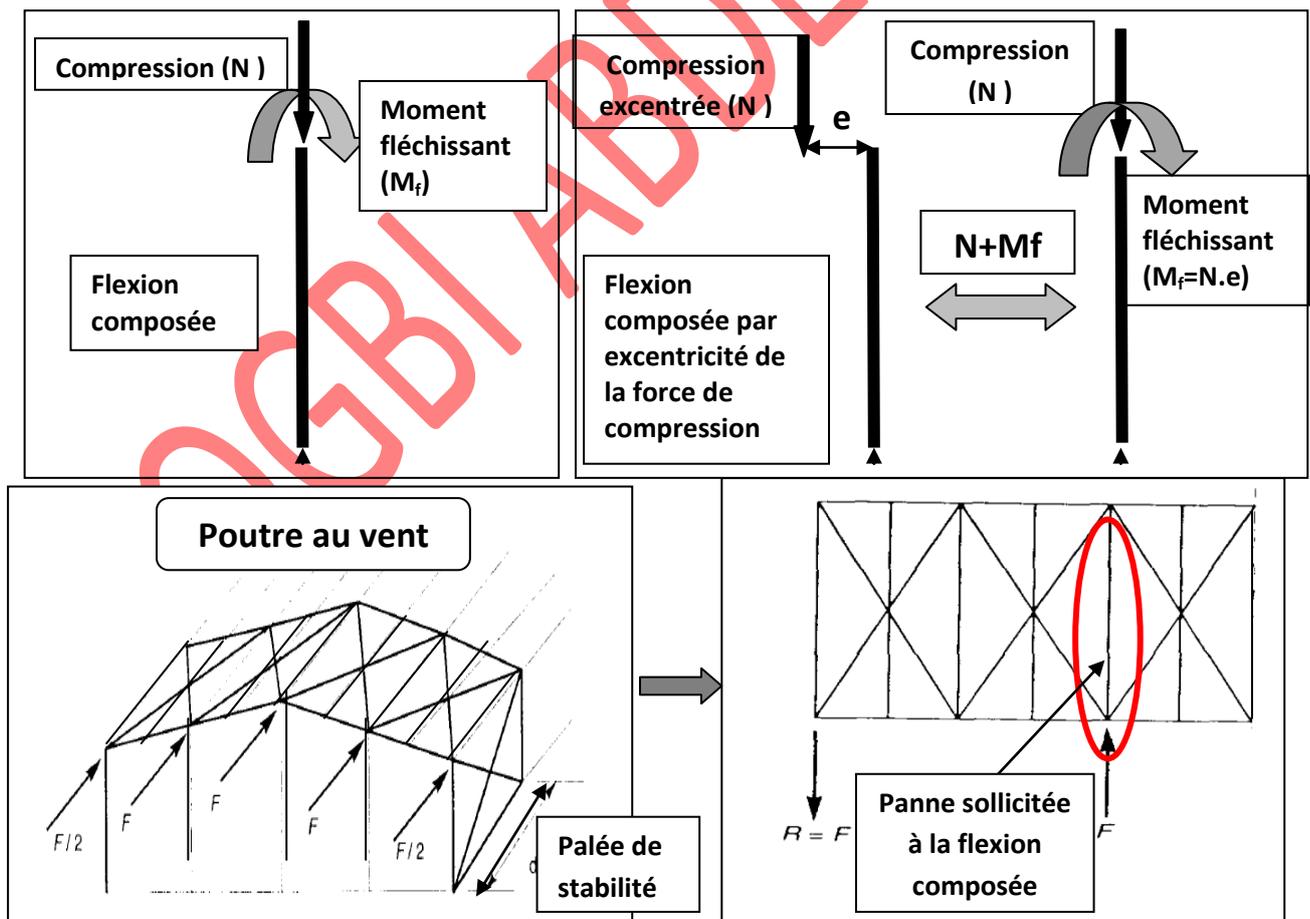


Figure 1 : différents cas de flexion composée

Calcul et vésication selon l'Eurocode3 :

Le calcul se fait selon les situations suivantes :

Situation 1 :ou ona (N, My et Mz) et on n'a pas de déversement :

Les éléments à section transversale de Classe 1 ou 2 sollicités en flexion compression axiale doivent satisfaire à la condition suivante :

$$\frac{N_i}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_y \cdot M_{y,i}}{W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_z \cdot M_{z,i}}{W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

où

$$k_y = 1 - (\mu_y \cdot N_i / \chi_y \cdot A \cdot f_y) \quad \text{mais } k_y \leq 1.50$$

$$\mu_y = \overline{\lambda}_y (2 \beta_{M,y} - 4) + ((W_{pl,y} - W_{el,y}) / (W_{el,y})) \quad \text{mais } \mu_y \leq 0.90$$

$$k_z = 1 - (\mu_z \cdot N_i / \chi_z \cdot A \cdot f_y) \quad \text{mais } k_z \leq 1.50$$

$$\mu_z = \overline{\lambda}_z (2 \beta_{M,z} - 4) + ((W_{pl,z} - W_{el,z}) / (W_{el,z})) \quad \text{mais } \mu_z \leq 0.90$$

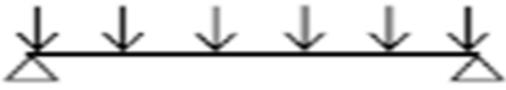
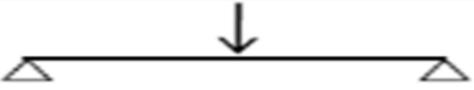
χ_{\min} est la plus petite des valeurs de χ_y et χ_z .

où χ_y et χ_z sont les coefficients de réduction définis pour les axes y-y et z-z respectivement.
et $\beta_{M,y}$ et $\beta_{M,z}$ sont les facteurs de moment uniforme équivalent pour le flambement par flexion, voir tableau suivant

Pour le calcul des paramètres λ , $\overline{\lambda}$ et χ , on se réfère au chapitre II

(Compression simple)

Tableau donnant les facteurs β_M

Etat de charge	Coefficient β_M
	1,3
	1,4

Situation 2 : Si le déversement représente un mode potentiel de ruine, il faut également vérifier :

$$\frac{N}{\chi_z A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{K_{LT} M_y}{\chi_{LT} W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{K_z M_z}{W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

où $k_{LT} = 1 - (\mu_{LT} N) / (\chi_z A \cdot f_y)$ mais $k_{LT} \leq 1$
 $\mu_{LT} = 0.15 \cdot \lambda_z \cdot \beta_{M,LT} - 0.15$ mais $\mu_{LT} \leq 0,90$

où $\beta_{M,LT}$ est un facteur de moment uniforme équivalent pour le déversement, voir :

Pour le calcul des paramètres K_{LT} , on se réfère au chapitre III (déversement)

Situation 3 : sections de classe 3

Les éléments à section transversale de Classe 3 sollicités en flexion et compression axiale doivent satisfaire à la condition :

$$\frac{N}{\chi_{min} A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{K_y M_y}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{K_z M_z}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

k_y, k_z et χ_{min} sont donnés précédemment

$$\mu_y = \overline{\lambda}_y (2 \beta_{My} - 4) \quad \text{mais } \mu_y \leq 0,9$$

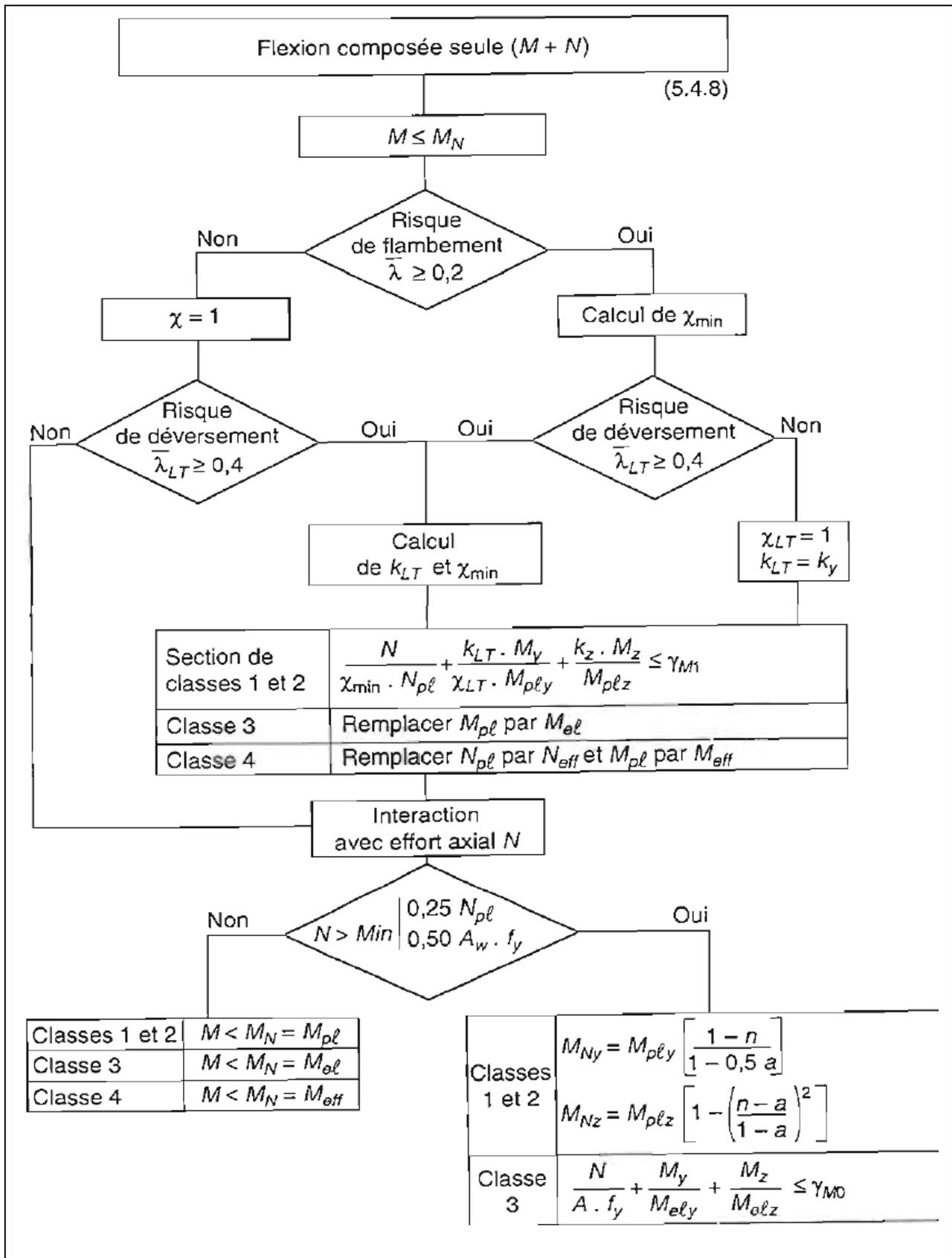
$$\mu_z = \overline{\lambda}_z (2 \beta_{Mz} - 4) \quad \text{mais } \mu_z \leq 0,9$$

Situation 4 : Si le déversement représente un mode potentiel de ruine, il faut également vérifier pour **les sections de classe 3**

Les éléments à section transversale de Classe 3 pour lesquels le déversement représente un mode potentiel de ruine doivent également satisfaire à la condition

$$\frac{N}{\chi_z A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{K_{LT} M_y}{\chi_{LT} W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + \frac{K_z M_z}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

L'organigramme suivant récapitule toutes situations citées ci-dessus



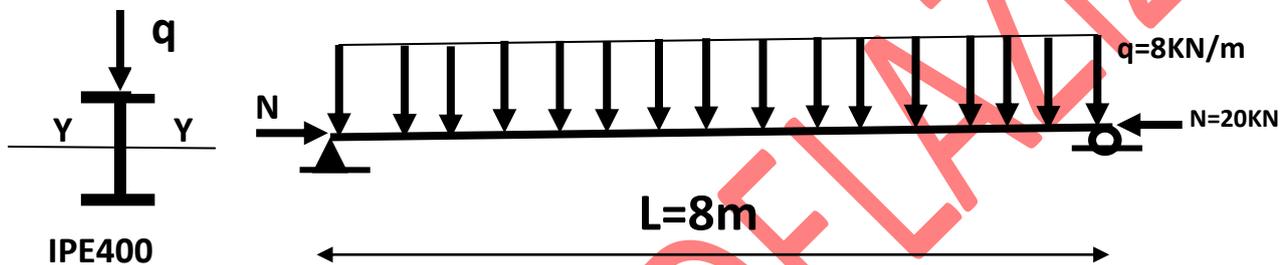
(12) Le critère suivant constitue une autre approximation qui place encore plus du côté de la sécurité (Voir également 5.4.8.1 (11)) :

$$\frac{N_{sd}}{N_{pl.Rd}} + \frac{M_{y.sd}}{M_{pl.y.Rd}} + \frac{M_{z.sd}}{M_{pl.z.Rd}} \leq 1 \dots\dots\dots (5.36)$$

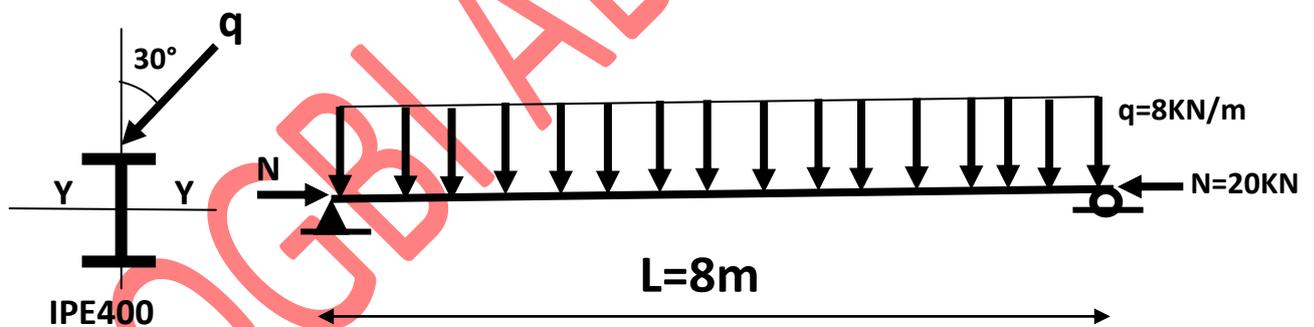
Applications :

Exercice 1 :

Vérifier la résistance de la poutre suivante à la flexion composée,



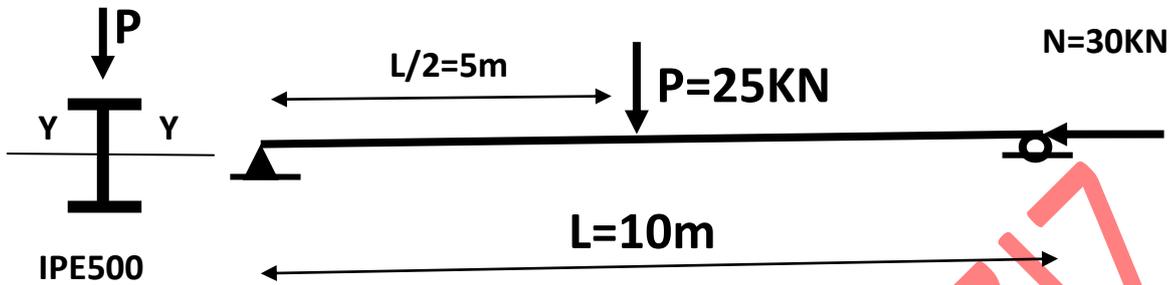
- Si la charge (q) est inclinée de 30°, vérifier la résistance à la flexion composée.



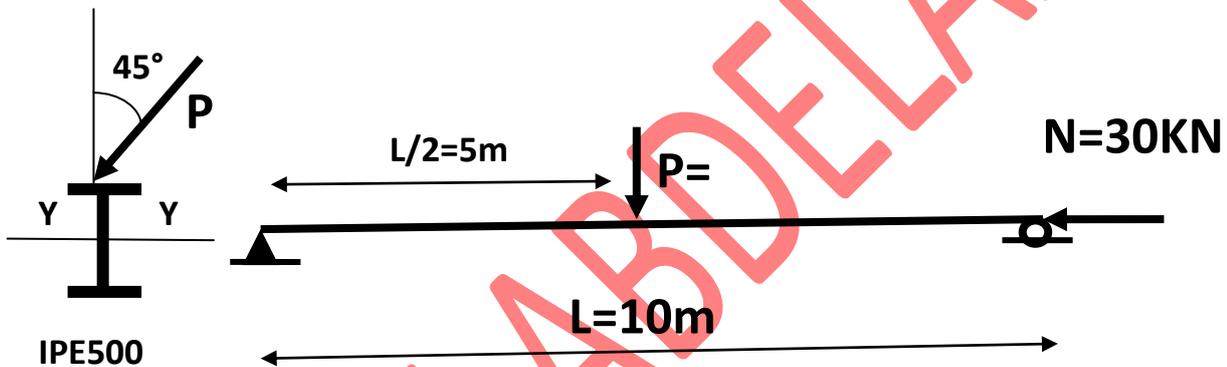
Données : Acier (S235), charges majorées, : q=8kN/m, N=20kN.

Exercice 2:

- Vérifier la résistance de la poutre suivante à la flexion composée,



- Si la charge (P) est inclinée de (45°) , vérifier la résistance à la flexion composée



- **Données :** charges majorées : $P=25\text{kN}$, $N=30\text{kN}$

Profil	h	b	t _w	t _r	r	Mass e par mètre P	Aire de la section A	Moment quadratiq ue I _y	Module de résistance élastique à la flexion W _{el.y}	Rayon de giration i _y	2×S _y	A _{yz}	I _z	W _{el.z}	i _z	2×S _z	A _{xy}
											Module plastique W _{pl.y}					W _{pl.z}	
	mm	mm	mm	mm	m m	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ²
80	80	46	3,8	5,2	5	6,0	7,64	80,1	20,0	3,24	23,2	3,6	8,48	3,69	1,05	5,8	5,1
100	100	55	4,1	5,7	7	8,1	10,3	171,0	34,2	4,07	39,4	5,1	15,91	5,78	1,24	9,1	6,7
120	120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,2	317,8	53,0	4,90	60,7	6,3	27,65	8,64	1,45	13,6	8,6
140	140	73	4,7	6,9	7	12,9	16,4	541,2	77,3	5,74	88,3	7,6	44,90	12,30	1,65	19,2	10,6
160	160	82	5,0	7,4	9	15,8	20,1	869,3	108,7	6,58	123,9	9,7	68,28	16,65	1,84	26,1	12,8
180	180	91	5,3	8,0	9	18,8	23,9	1 317,0	146,3	7,42	166,4	11,3	10,81	22,16	2,05	34,6	15,3
200	200	100	5,6	8,5	12	22,4	28,5	1 943,2	194,3	8,26	220,6	14,0	142,31	28,46	2,24	44,6	18
220	220	110	5,9	9,2	12	26,2	33,4	2 771,8	252,0	9,11	285,4	15,9	204,81	37,24	2,48	58,1	21,3
240	240	120	6,2	9,8	15	30,7	39,1	3 891,6	324,3	9,97	366,6	19,1	283,58	47,26	2,69	73,9	14,8
270	270	135	6,6	10,2	15	36,1	45,9	5 789,8	428,9	11,23	484,0	22,1	419,77	62,19	3,02	97,0	29
300	300	150	7,1	10,7	15	42,2	53,8	8 356,1	557,1	12,46	628,4	25,7	603,62	80,48	3,35	125,2	33,7
330	330	160	7,5	11,5	18	49,1	62,6	11 766,9	713,1	13,71	804,3	30,8	788,00	98,50	3,55	153,7	38,7
360	360	170	8,0	12,7	18	57,1	72,7	16 265,6	903,6	14,95	1 019,1	35,1	1 043,20	122,73	3,79	191,1	45,3
400	400	180	8,6	13,5	21	66,3	84,5	23 128,4	1 156,4	16,55	1 307,1	42,7	1 317,58	146,40	3,95	229,0	51,1
450	450	190	9,4	14,6	21	77,6	98,8	33 742,9	1 499,7	18,48	1 701,8	50,8	1 675,35	176,35	4,12	276,4	58,3
500	500	200	10,2	16,0	21	90,7	116	48 198,5	1 927,9	20,43	2 194,1	59,9	2 140,90	214,09	4,30	335,9	67,2
550	550	210	11,1	17,2	24	106	134	67 116,5	2 440,6	22,35	1 390	72,3	2 666,49	253,95	4,45	400,5	76,1
600	600	220	12,0	19,0	24	122	156	92 083,5	3 069,4	24,30	1 760	83,8	3 385,78	307,80	4,66	485,6	87,9

