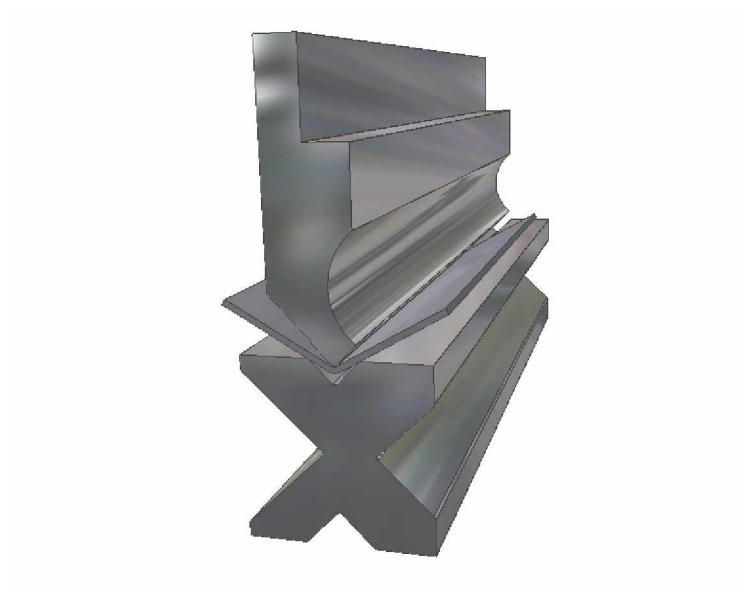


Le pliage des tôles



Chapitre 1

La force de pliage

1.Données :

Tableau de valeurs pour la force (en caractère gras: les valeurs recommandées) :

Ep	Vé	Données constructeur
		F 10 ⁴ N(tonnes)
0,6	6	4
0,6	8	4
0,8	6	7
0,8	8	5
0,8	10	4
1	6	11
1	8	8
1	10	7
1	12	6
1,2	6	16
1,2	8	12
1,2	10	10
1,2	12	8
1,2	16	6
1,5	8	17
1,5	10	15
1,5	12	13
1,5	16	9
1,5	20	8
2	10	27
2	12	22
2	16	17
2	20	13
2	25	11
2,5	12	35
2,5	16	26
2,5	20	21
2,5	25	17
2,5	32	13
3	16	38
3	20	30
3	25	24
3	32	19
3	40	15
4	20	54
4	25	42
4	32	34
4	40	27
4	50	21
5	25	67
5	32	52
5	40	42
5	50	33
5	63	26

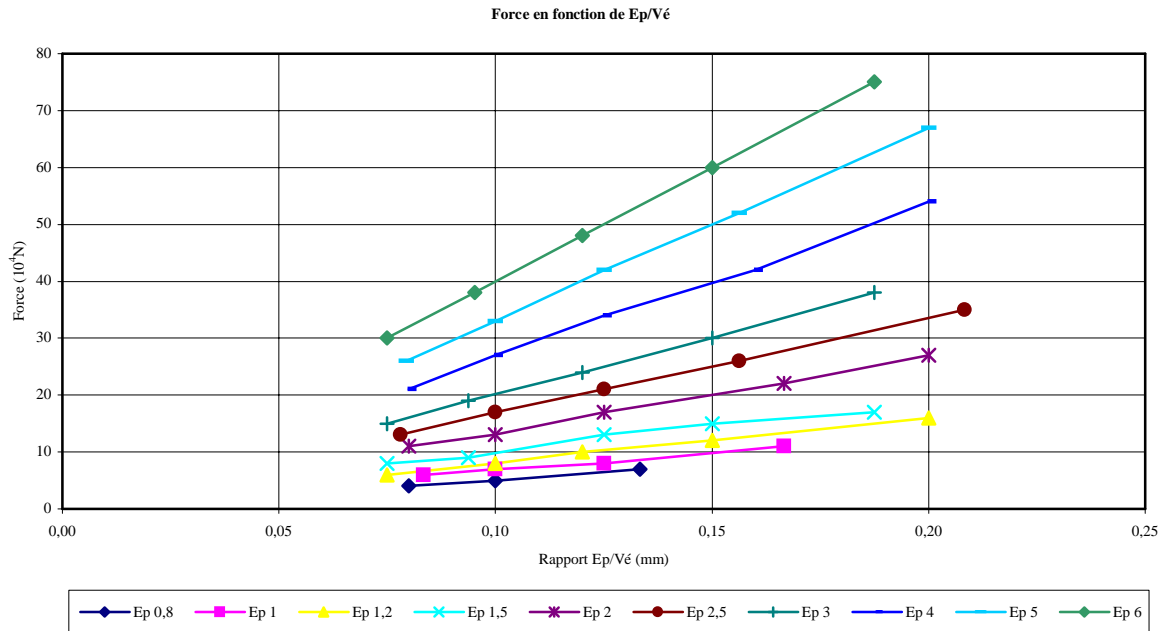
Ep	Vé	Données constructeur
		F 10 ⁴ N(tonnes)
6	32	75
6	40	60
6	50	48
6	63	38
6	80	30
8	40	107
8	50	85
8	63	68
8	80	53
8	100	43
10	50	134
10	63	105
10	80	85
10	100	67
10	125	53
12	63	153
12	80	120
12	100	96
12	125	78
12	160	60
15	80	188
15	100	150
15	125	120
15	160	95
15	200	75
20	125	215
20	160	170
20	200	135
20	250	108
20	320	85
25	160	265
25	200	210
25	250	170
25	320	130
25	400	105
30	200	300
30	250	240
30	320	190
30	400	150
30	500	120
40	320	340
40	400	270
40	500	215
50	400	420
50	500	340

2. Présentons les valeurs de la Force sous forme de graphiques :

2.1 en fonction du rapport Epaisseur/Vé :

2.1.1 Représentation graphique :

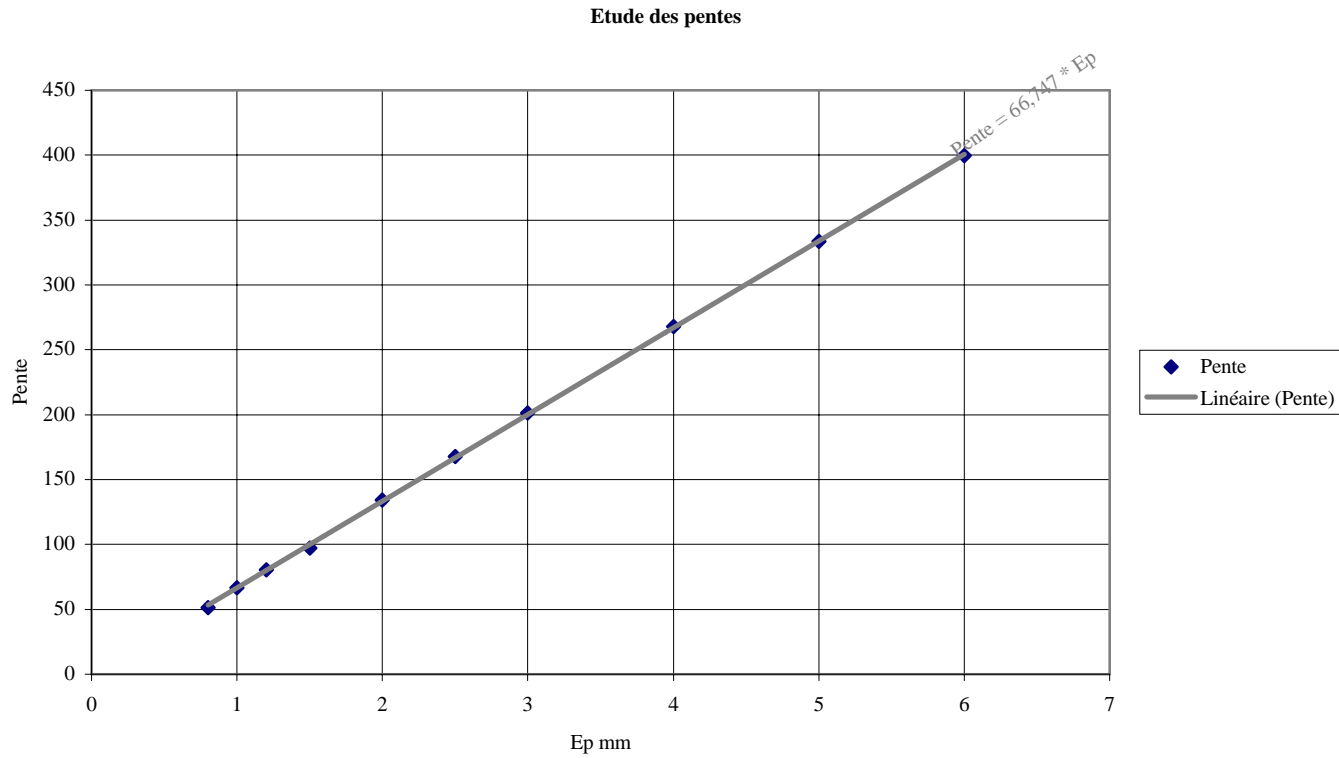
(nous limiterons les valeurs représentées à une épaisseur de 6mm afin de ne pas charger le graphique).



- Nous observons une quasi linéarité des résultats. Ces droites convergent vers l'origine et leur coefficient directeur augmente régulièrement en fonction de l'épaisseur. Elles ont une équation du type $y = a \cdot x$ soit ici $\text{Force} = a \cdot (\text{Ep}/\text{Vé})$
- Etudions les coefficients directeurs des droites.

2.1.2 Etude des pentes :

Ep	Equation	Pente
0,8	$y = 51,3x$	51,3
1	$y = 66,835x$	66,835
1,2	$y = 80,519x$	80,519
1,5	$y = 96,998x$	96,998
2	$y = 133,98x$	133,98
2,5	$y = 167,71x$	167,71
3	$y = 201,36x$	201,36
4	$y = 267,86x$	267,86
5	$y = 333,6x$	333,6
6	$y = 399,9x$	399,9



- la droite de régression a pour équation :

$$Pente = 66,747 * Ep$$

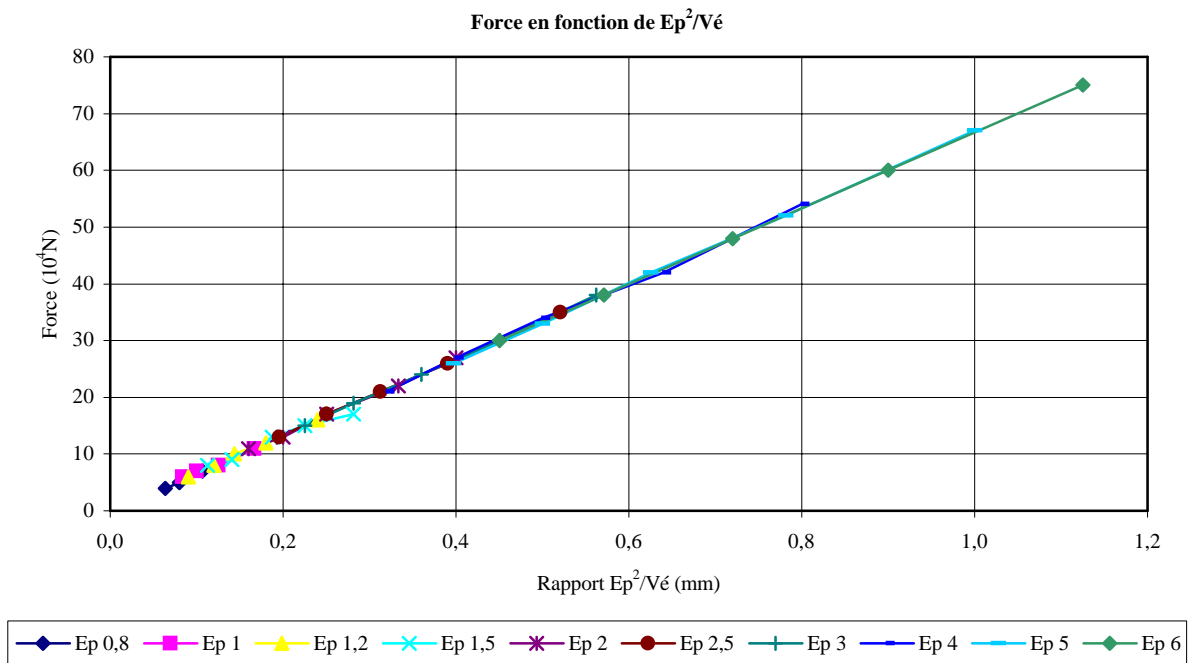
- Si nous remplaçons la pente par sa valeur nous obtenons

$$Force = 66,747 * Ep * Ep / V\acute{e}$$

$$Force = 66,747 * Ep^2 / V\acute{e}$$

- Si nous présentons le graphique dans un repère où l'abscisse s'exprime par $Ep^2/V\acute{e}$, nous devrions obtenir une droite commune pour toutes les valeurs d' Ep .

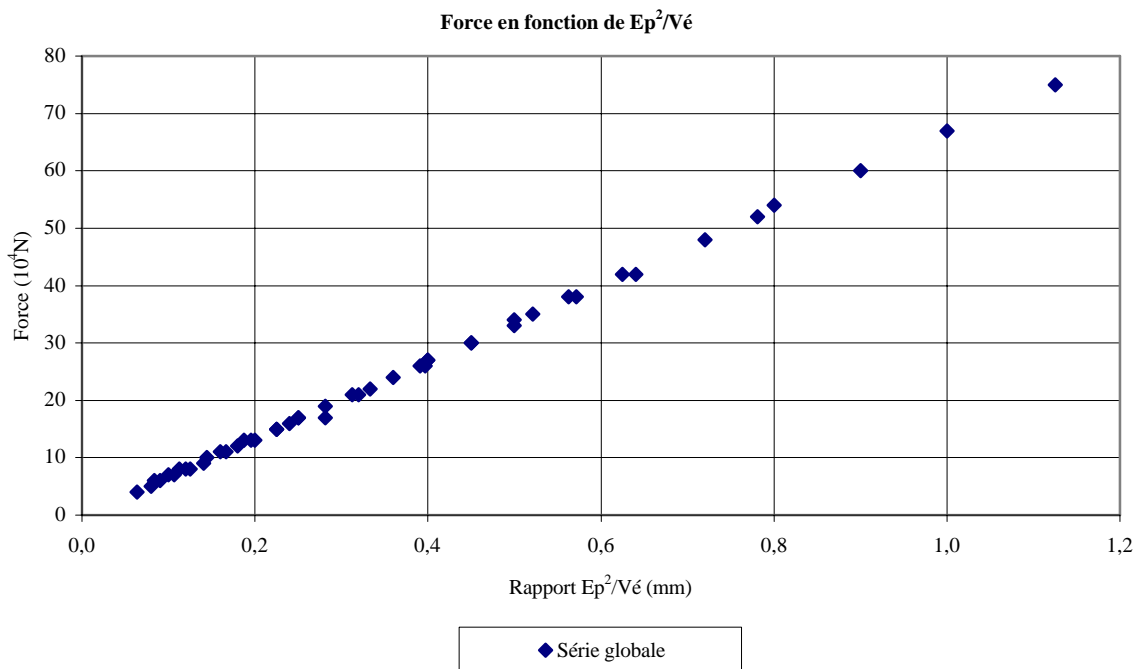
2.2 Graphique en fonction du rapport $Ep^2/Vé$:



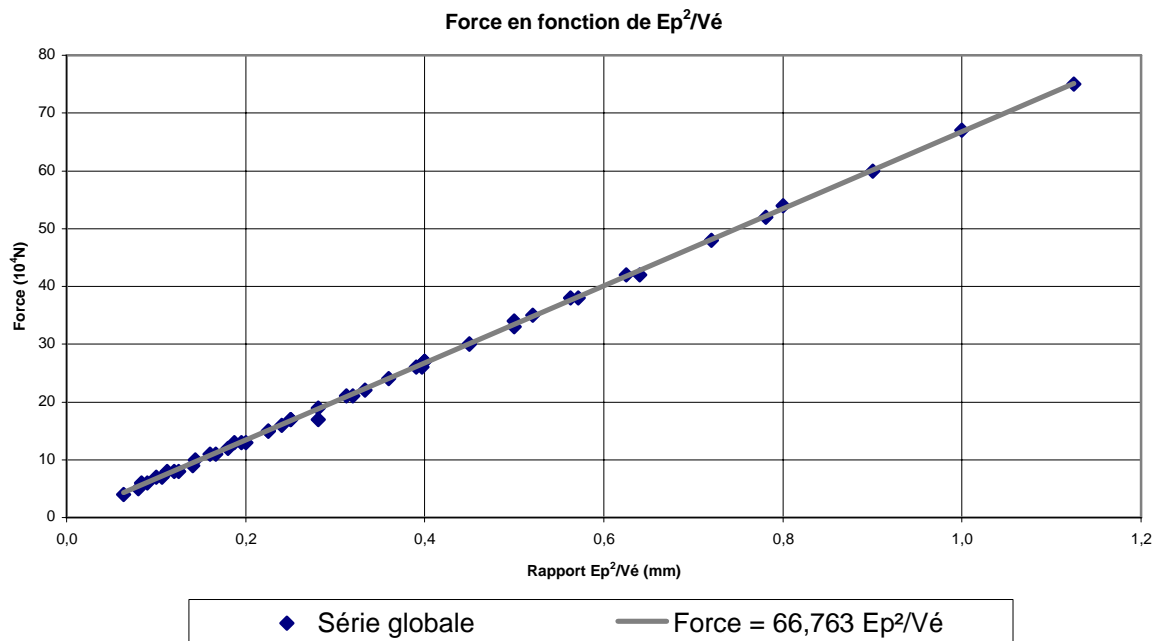
Nous observons bien un alignement de tous les résultats selon une droite d'équation :

$$\text{Force} = a * Ep^2 / Vé.$$

3 Regroupons les résultats sous une seule série globale pour $Ep = 0,8$ à $Ep = 6$:



3.1 Recherchons la droite de corrélation du nuage de points et indiquons son équation :



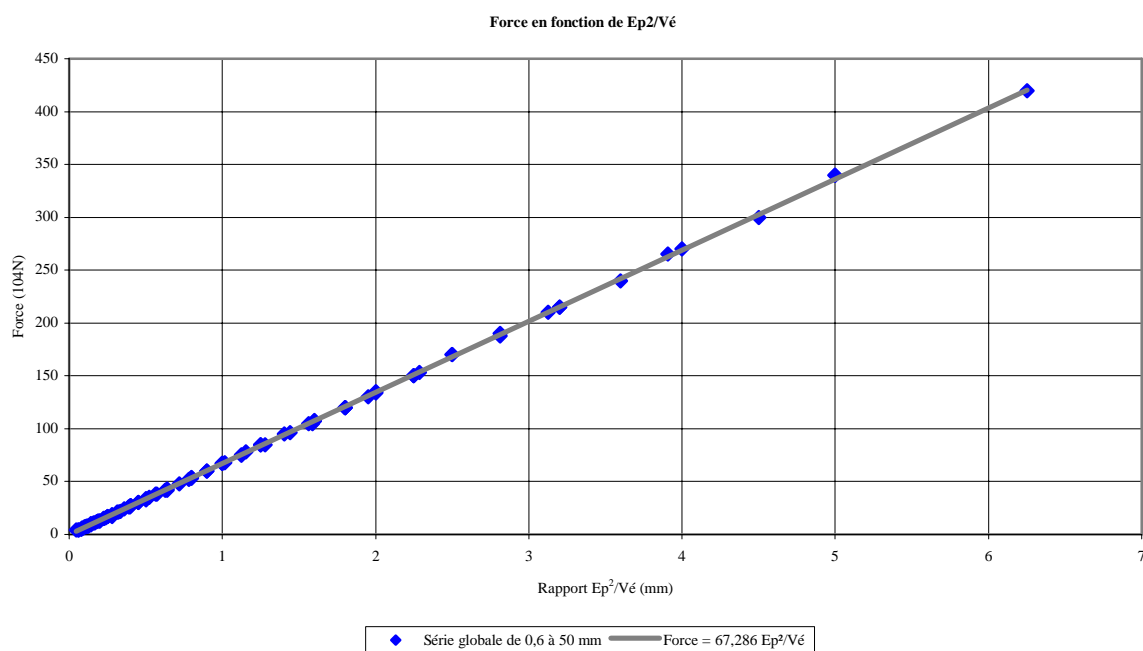
Equation de la droite de corrélation pour toute la série globale :

$$\text{Force} = 66,763 \text{ } Ep^2/Vé$$

(Le coefficient directeur de la droite est légèrement différent car nous avons défini la droite de régression par rapport à un nuage de points global et non par rapport aux pentes d'une série de droites.)

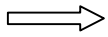
3.2 Présentons le nuage de la globalité des résultats :

Pour toutes les épaisseurs de 0,6 mm à 50 mm et tous les vés recommandés de 6 mm à 500 mm avec la droite de corrélation correspondante :



3.3 Exprimons la valeur de la force en fonction du rapport $E_p^2/Vé$:

3.3.1 Relation 1 pour un acier S235 :



$$\text{Force} = 67,286 E_p^2/Vé$$

Les valeurs de la force sont exprimées pour un acier S235 de limite élastique :

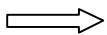
$$Re = 235 \text{ N/mm}^2.$$

$$67,286 = a * 235$$

$$\text{Donc } a = 67,286 / 235 \approx 0,286$$

Introduisons ce paramètre dans notre relation afin de l'adapter à d'autres métaux :

3.3.2 Relation 2 pour les autres matériaux :



$$\text{Force} = 0,286 * Re * E_p^2/Vé$$

Dans laquelle :

-F s'exprime en Tonnes pour un pli d'un mètre d'arête soient $10^4 \text{ N} / 1000 \text{ mm}$ d'arête.

-Re en **N / mm²**

-Ep et Vé en **mm**

Nota : on remarquera que la force ainsi définie couvre toute la plage angulaire des plis à former.

4.Données : Tableau comparatif de valeurs pour la force (avec valeurs calculées) :

		F = 67,286 * Ep² / Vé	
		Données constructeur	Valeurs calculées
Ep	Vé	F 10 ⁴ N	F 10 ⁴ N(tonnes)
0,6	6	4	4
0,6	8	4	3
0,8	6	7	7,2
0,8	8	5	5,4
0,8	10	4	4,3
1	6	11	11,2
1	8	8	8,4
1	10	7	6,7
1	12	6	5,6
1,2	6	16	16,1
1,2	8	12	12,1
1,2	10	10	9,7
1,2	12	8	8,1
1,2	16	6	6,1
1,5	8	17	18,9
1,5	10	15	15,1
1,5	12	13	12,6
1,5	16	9	9,5
1,5	20	8	7,6
2	10	27	26,9
2	12	22	22,4
2	16	17	16,8
2	20	13	13,5
2	25	11	10,8
2,5	12	35	35
2,5	16	26	26,3
2,5	20	21	21
2,5	25	17	16,8
2,5	32	13	13,1
3	16	38	37,8
3	20	30	30,3
3	25	24	24,2
3	32	19	18,9
3	40	15	15,1
4	20	54	53,8
4	25	42	43,1
4	32	34	33,6
4	40	27	26,9
4	50	21	21,5
5	25	67	67,3
5	32	52	52,6
5	40	42	42,1
5	50	33	33,6
5	63	26	26,7

		F = 67,286 * Ep² / Vé	
		Données constructeur	Valeurs calculées
Ep	Vé	F 10 ⁴ N	F 10 ⁴ N(tonnes)
6	32	75	75,7
6	40	60	60,6
6	50	48	48,4
6	63	38	38,4
6	80	30	30,3
8	40	107	107,7
8	50	85	86,1
8	63	68	68,4
8	80	53	53,8
8	100	43	43,1
10	50	134	134,6
10	63	105	106,8
10	80	85	84,1
10	100	67	67,3
10	125	53	53,8
12	63	153	153,8
12	80	120	121,1
12	100	96	96,9
12	125	78	77,5
12	160	60	60,6
15	80	188	189,2
15	100	150	151,4
15	125	120	121,1
15	160	95	94,6
15	200	75	75,7
20	125	215	215,3
20	160	170	168,2
20	200	135	134,6
20	250	108	107,7
20	320	85	84,1
25	160	265	262,8
25	200	210	210,3
25	250	170	168,2
25	320	130	131,4
25	400	105	105,1
30	200	300	302,8
30	250	240	242,2
30	320	190	189,2
30	400	150	151,4
30	500	120	121,1
40	320	340	336,4
40	400	270	269,1
40	500	215	215,3
50	400	420	420,5
50	500	340	336,4