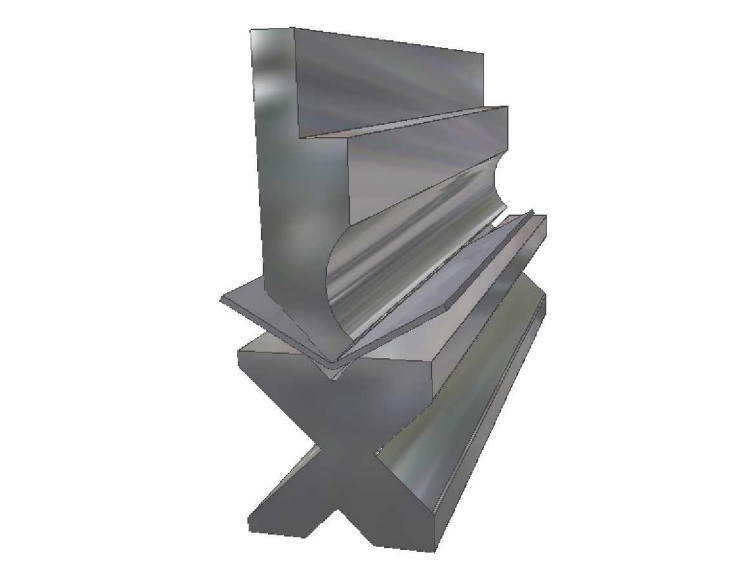


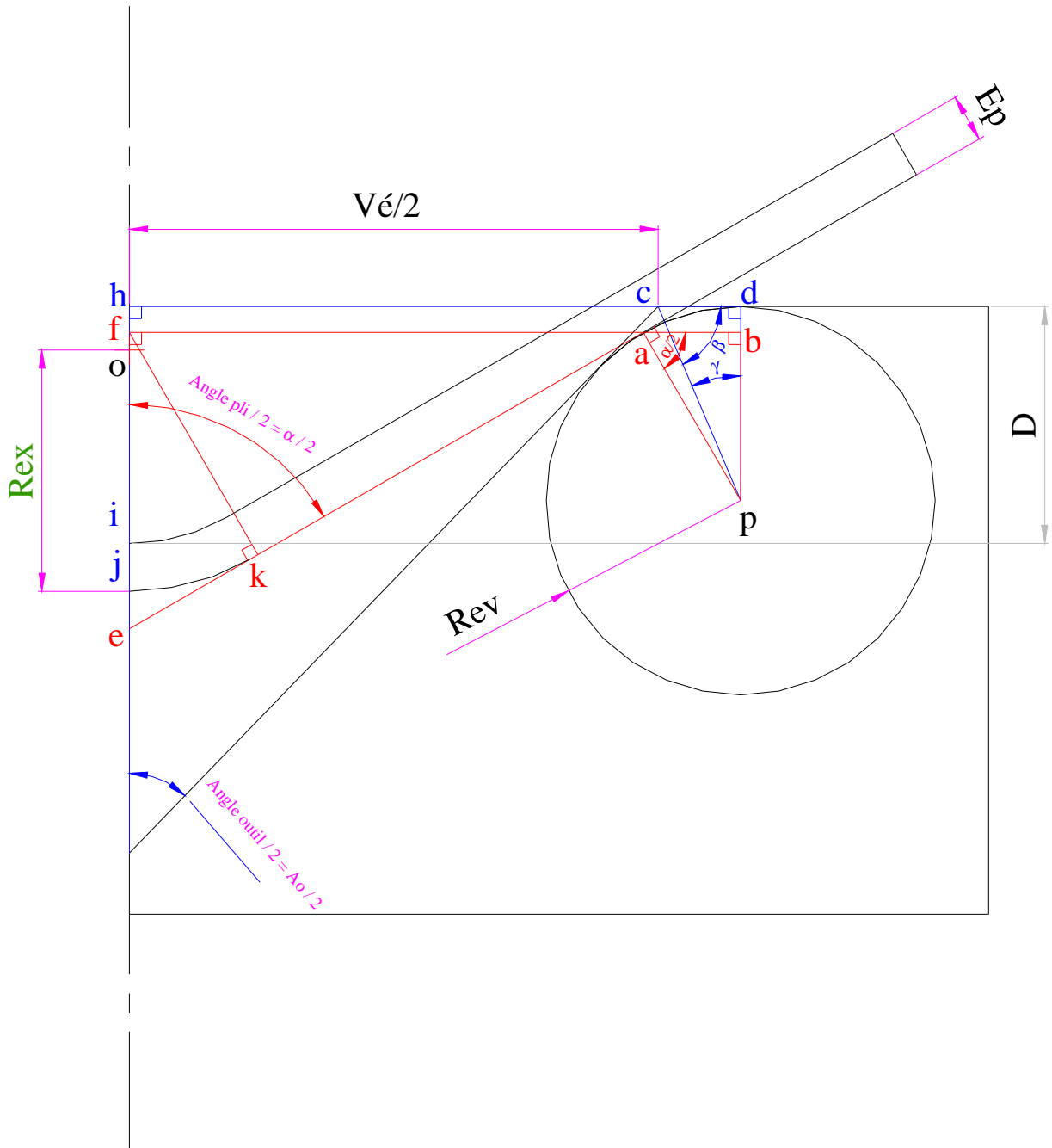
Le pliage des tôles



Chapitre 4

La profondeur de pliage

1. Recherche de D, la profondeur théorique de pliage :



$$D = hi$$

$$D = dp - pb + fe - eo + oj - ji$$

2. Détails de la recherche des valeurs :

D =

dp	(§ 2.1)
- pb	(§ 2.2)
+ fe	(§ 2.3)
- eo	(§ 2.4)
+ oj	(§ 2.5)
- ji	(§ 2.6)

Signification des lettres et abréviations :

α :	angle du pli
Rex :	rayon extérieur du pli
Ep :	épaisseur de la tôle
Rev :	rayon d'entrée dans le vé
Vé :	largeur théorique du vé
β et γ :	angles intermédiaires fonction de l'angle du fond de vé
Ao :	angle du fond de vé

$$2.1. dp = Rev$$

$$2.2. pb = pa * \sin(\alpha/2) = Rev * \sin(\alpha/2)$$

$$2.3. fe = :$$

$$fa / fe = \tan(\alpha/2)$$

$$\Rightarrow fe = fa / \tan(\alpha/2)$$

$$fa = fb - ba$$

$$fb = hc + cd$$

$$fb = Vé/2 + cd$$

$$cd = :$$

$$cd / dp = cd / Rev = \tan(\gamma)$$

$$\Rightarrow cd = Rev * \tan(\gamma)$$

$$\gamma = 90^\circ - \beta$$

$$\beta = (180^\circ - (90^\circ - Ao/2)) / 2$$

$$\Rightarrow \beta = 45^\circ + Ao/4$$

$$\gamma = 90 - (45^\circ + Ao/4)$$

$$\Rightarrow \gamma = 45^\circ + Ao/4$$

$$\Rightarrow cd = Rev * \tan(45^\circ + Ao/4)$$

$$\Rightarrow fb = Vé/2 + Rev * \tan(45^\circ + Ao/4)$$

$$ba = pa * \cos(\alpha/2) = Rev * \cos(\alpha/2)$$

$$fa = fb - ba$$

$$\Rightarrow fa = Vé/2 + Rev * \tan(45^\circ + Ao/4) - Rev * \cos(\alpha/2)$$

$$\Rightarrow fe = (Vé/2 + Rev * \tan(45^\circ + Ao/4) - Rev * \cos(\alpha/2)) / \tan(\alpha/2)$$

$$2.4. eo = ok * \sin(\alpha/2) = Rex * \sin(\alpha/2)$$

$$2.5. oj = Rex$$

(Rex est connu § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** dans « la perte au pli cas général » : $Rex = 0,1639 \times V\acute{e} + 0,9859 \times Ep$)

$$2.6. ji = Ep$$

3. Relation de D, la profondeur théorique de pliage :

$$\begin{aligned} D = & \\ & Rev \\ & - (Rev * \sin(\alpha/2)) \\ & + ((V\acute{e}/2 + Rev * \tan(45^\circ - Ao/4) - Rev * \cos(\alpha/2)) / \tan(\alpha/2)) \\ & - (Rex / \sin(\alpha/2)) \\ & + Rex \\ & - Ep \end{aligned}$$

Remarque : il faut exprimer les angles en radians pour utiliser la relation dans un tableur (dans les valeurs entre parenthèses à la suite de TAN, SIN et COS) en employant la fonction RADIANS(<angle en degrés>). On écrira alors :

$$\begin{aligned} D = & \\ & Rev \\ & - (Rev * \sin(\text{RADIANS}(\alpha/2))) \\ & + ((V\acute{e}/2 + Rev * \tan(\text{RADIANS}(45 - Ao/4)) - Rev * \cos(\text{RADIANS}(\alpha/2))) / \tan(\text{RADIANS}(\alpha/2))) \\ & - (Rex / \sin(\text{RADIANS}(\alpha/2))) \\ & + Rex \\ & - Ep \end{aligned}$$

4. Représentation graphique de la profondeur de pliage :

A suivre dans les feuilles suivantes la représentation graphique de la profondeur théorique de pliage pour une épaisseur de tôle donnée, en fonction de l'angle du pli et selon le vé (standard) utilisé.

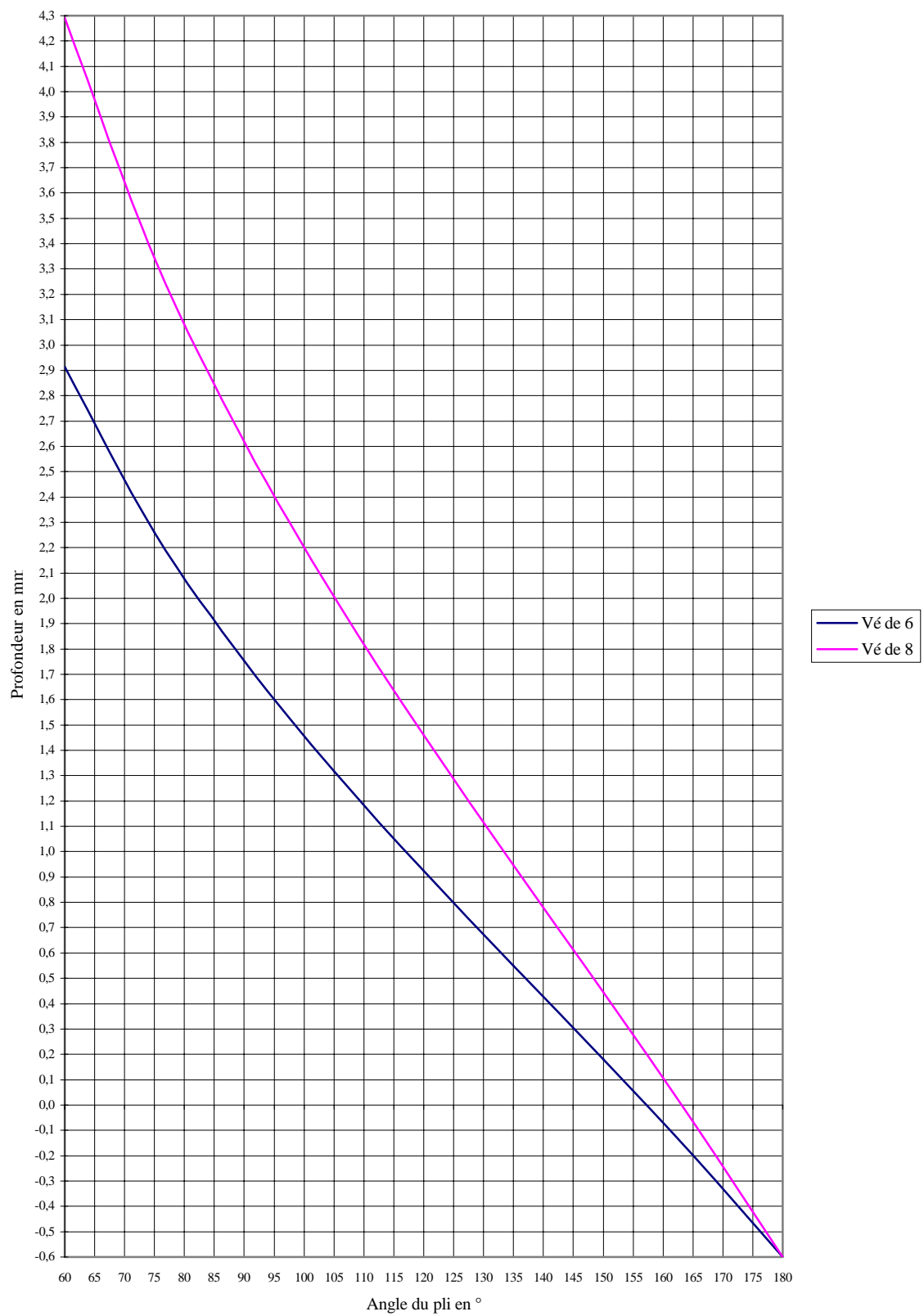
Les épaisseurs représentées vont de 0,6 mm à 6 mm.

On remarquera que la profondeur de pliage est bien entendu égale à moins l'épaisseur de la tôle (-Ep) quand l'angle du pli est de 180° (pliage nul).

Explications et exemple d'application figurent à la suite des représentations graphiques

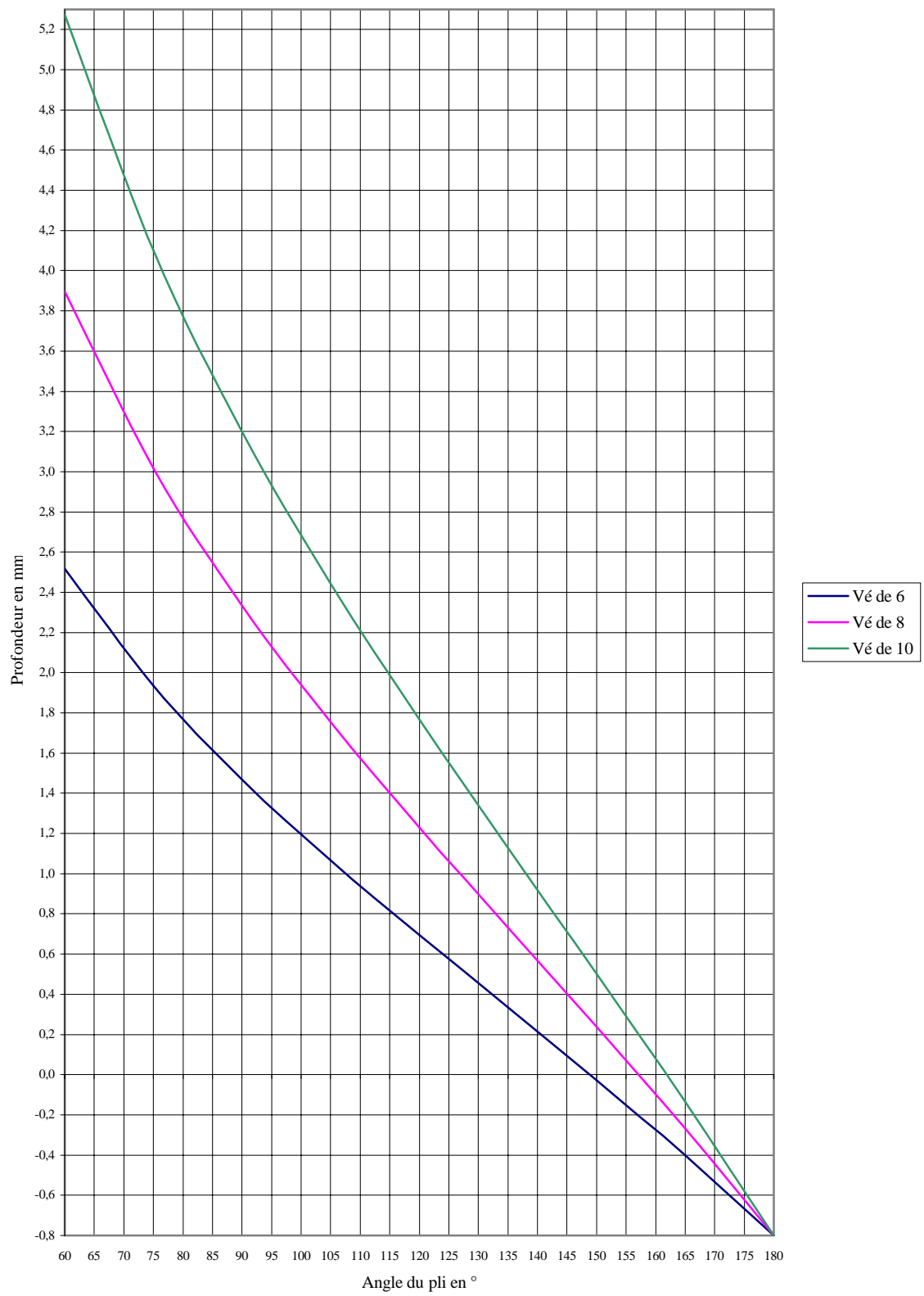
4.1. pour une épaisseur de 0,6 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 0,6 mm



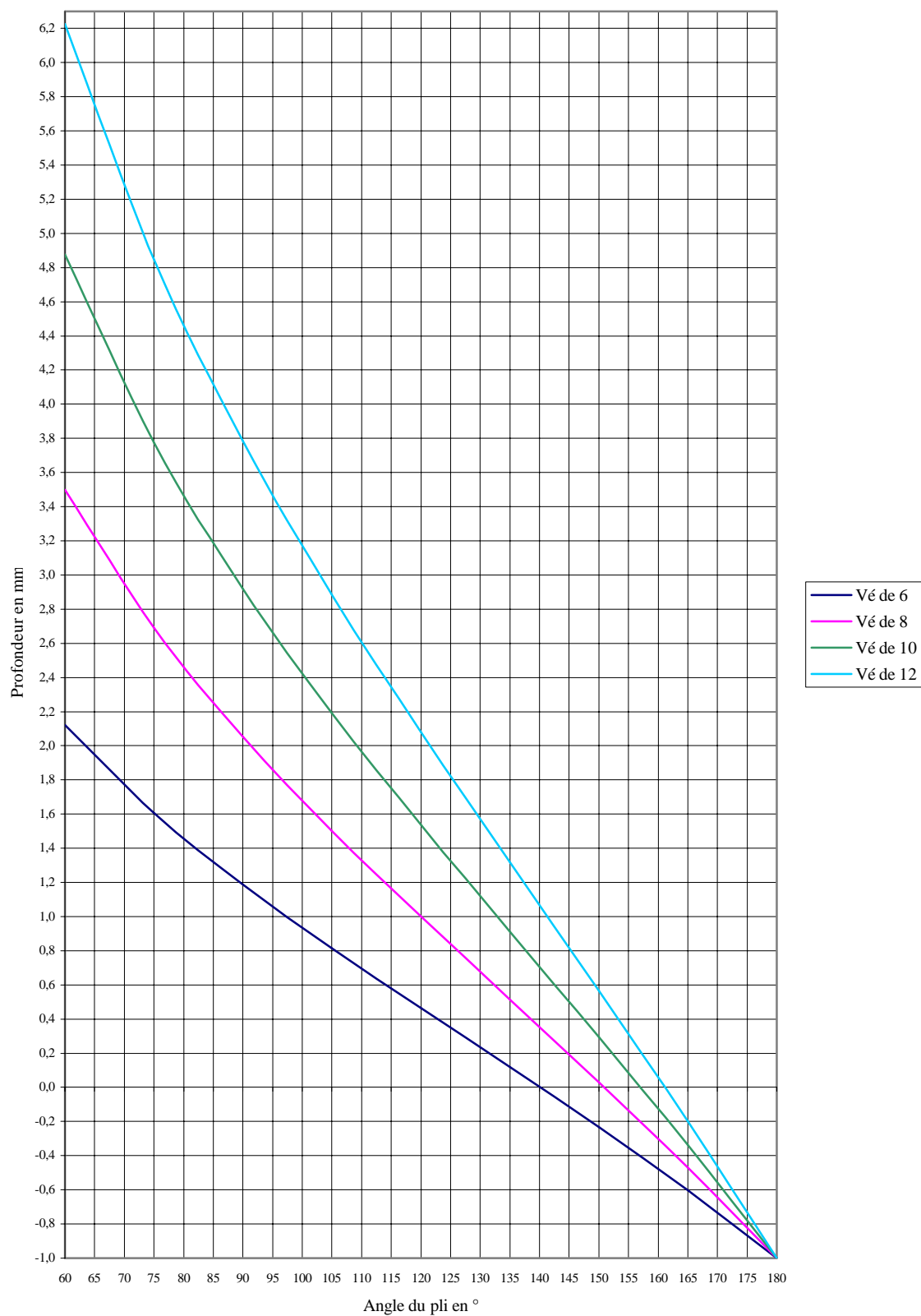
4.2. pour une épaisseur de 0,8 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 0,8 mm



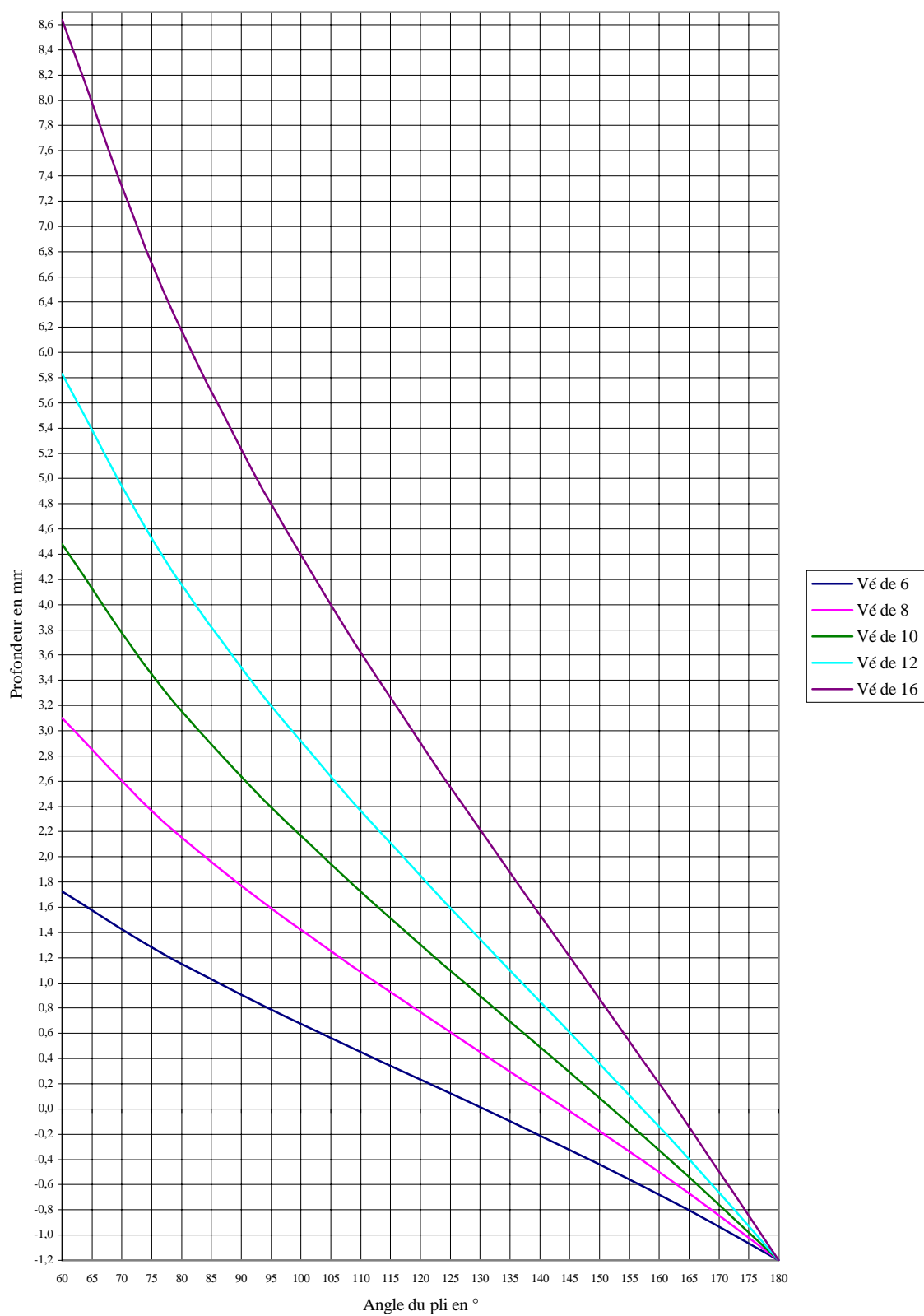
4.3. pour une épaisseur de 1mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 1 mm



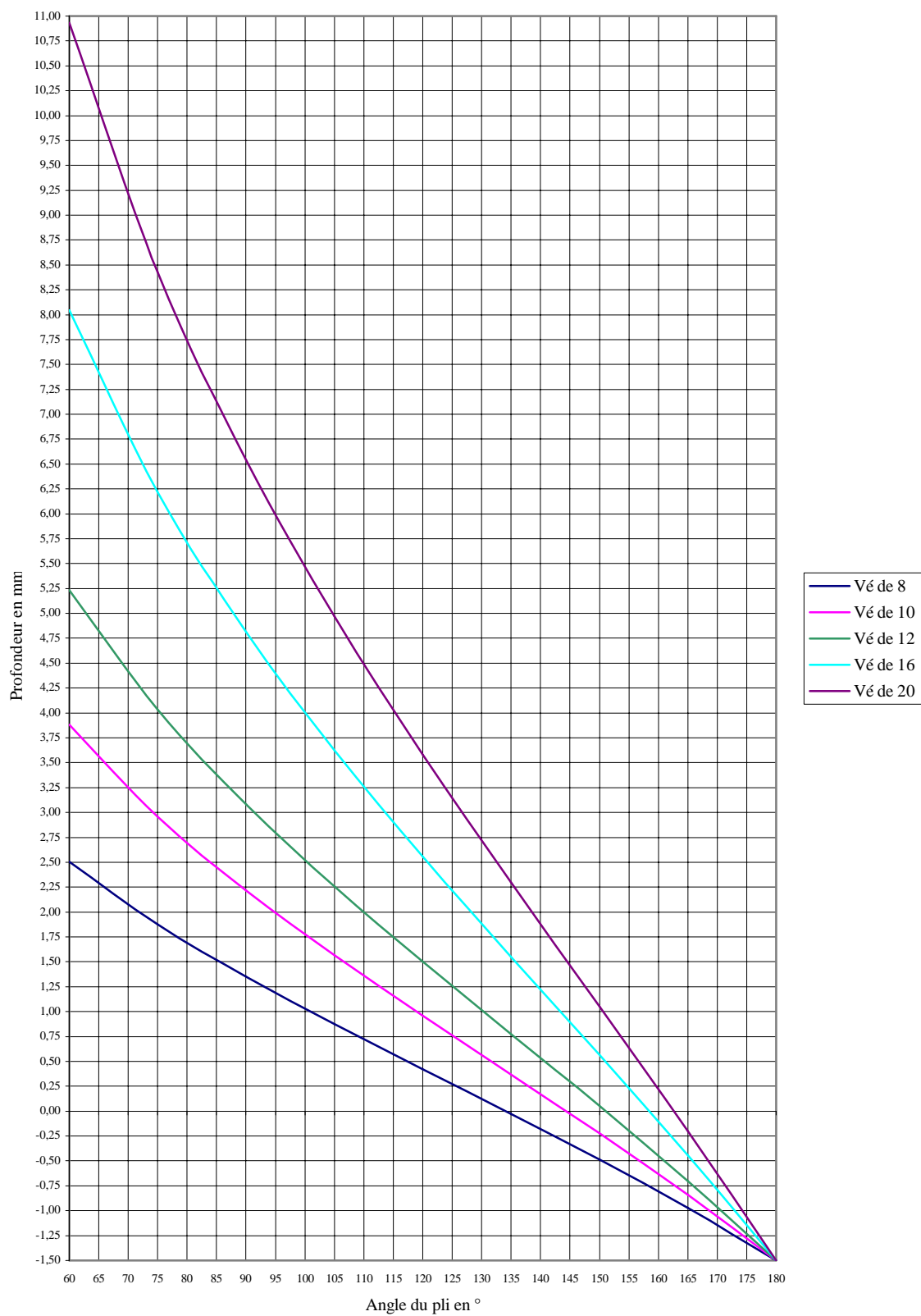
4.4. pour une épaisseur de 1,2 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 1,2 mm



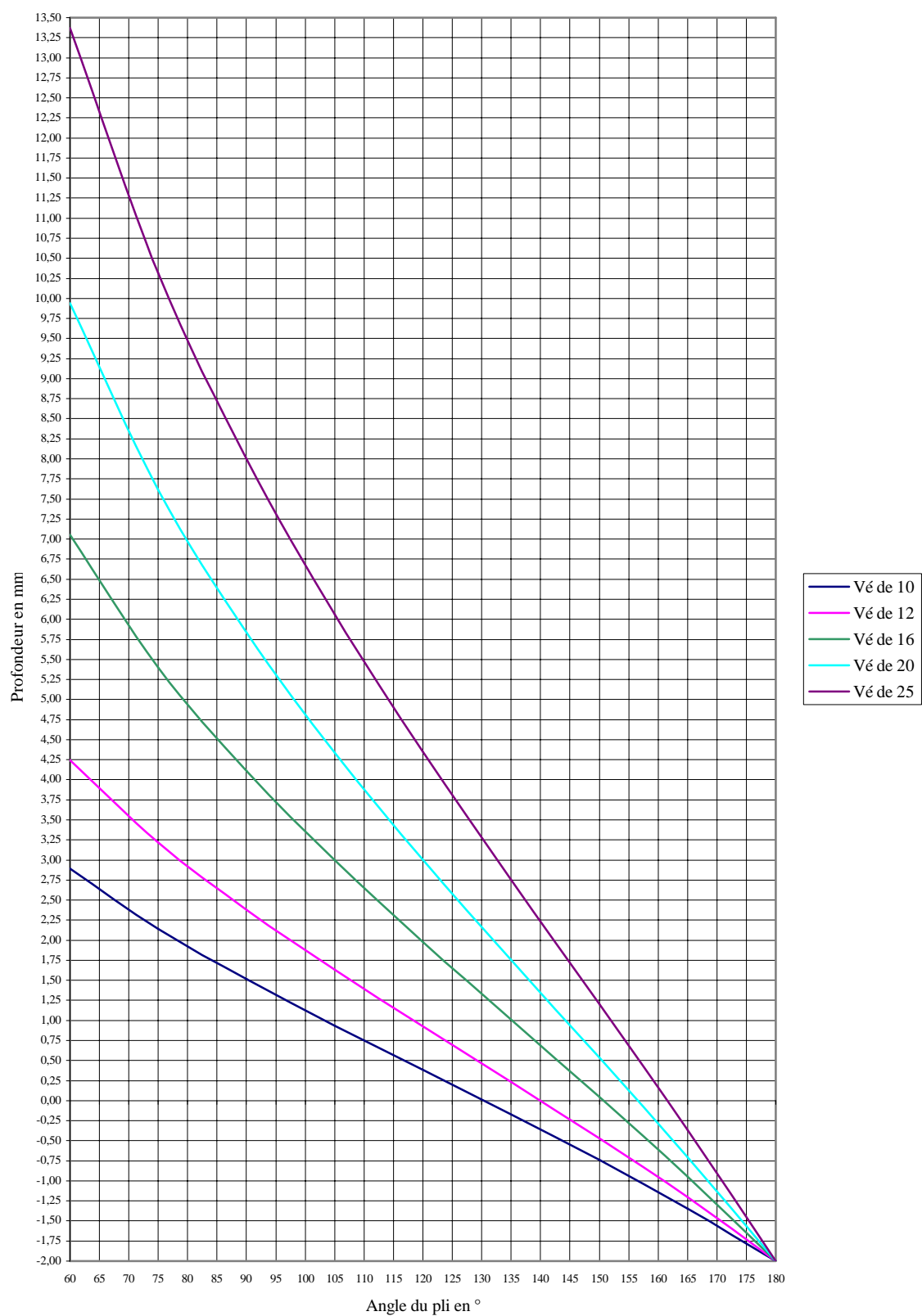
4.5. pour une épaisseur de 1,5 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 1,5 mm en S235



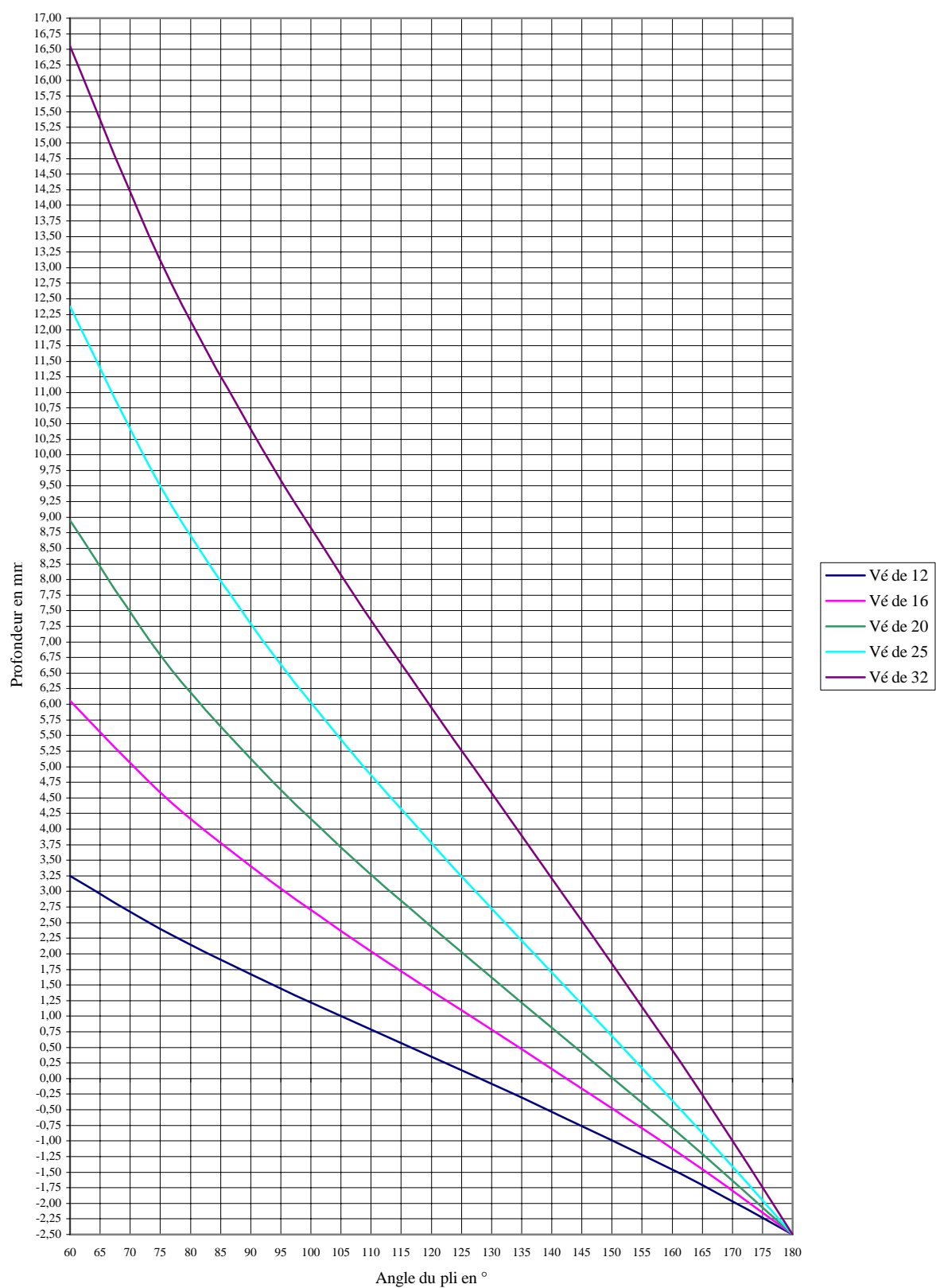
4.6. pour une épaisseur de 2 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 2 mm



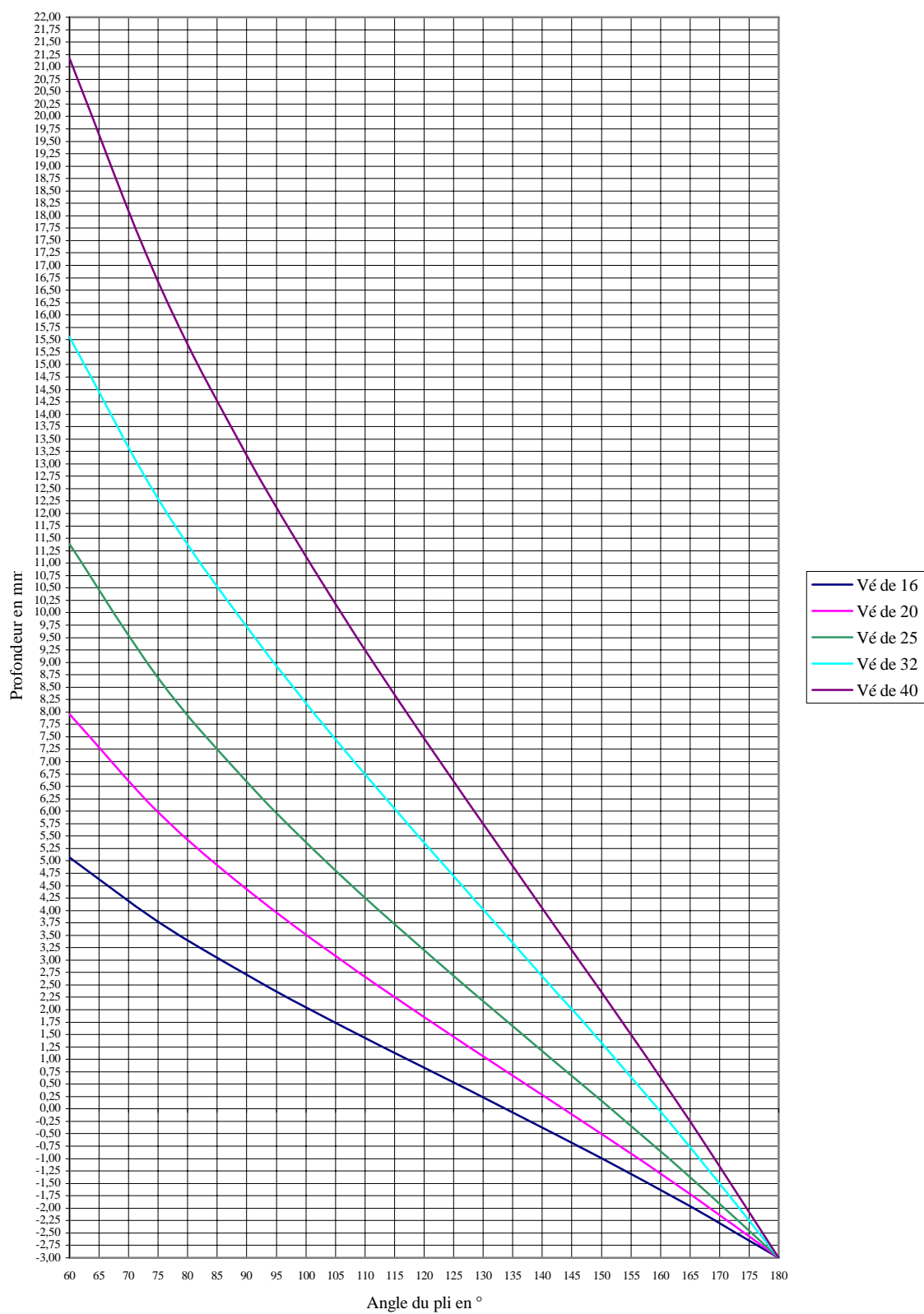
4.7. pour une épaisseur de 2,5 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 2,5 mm



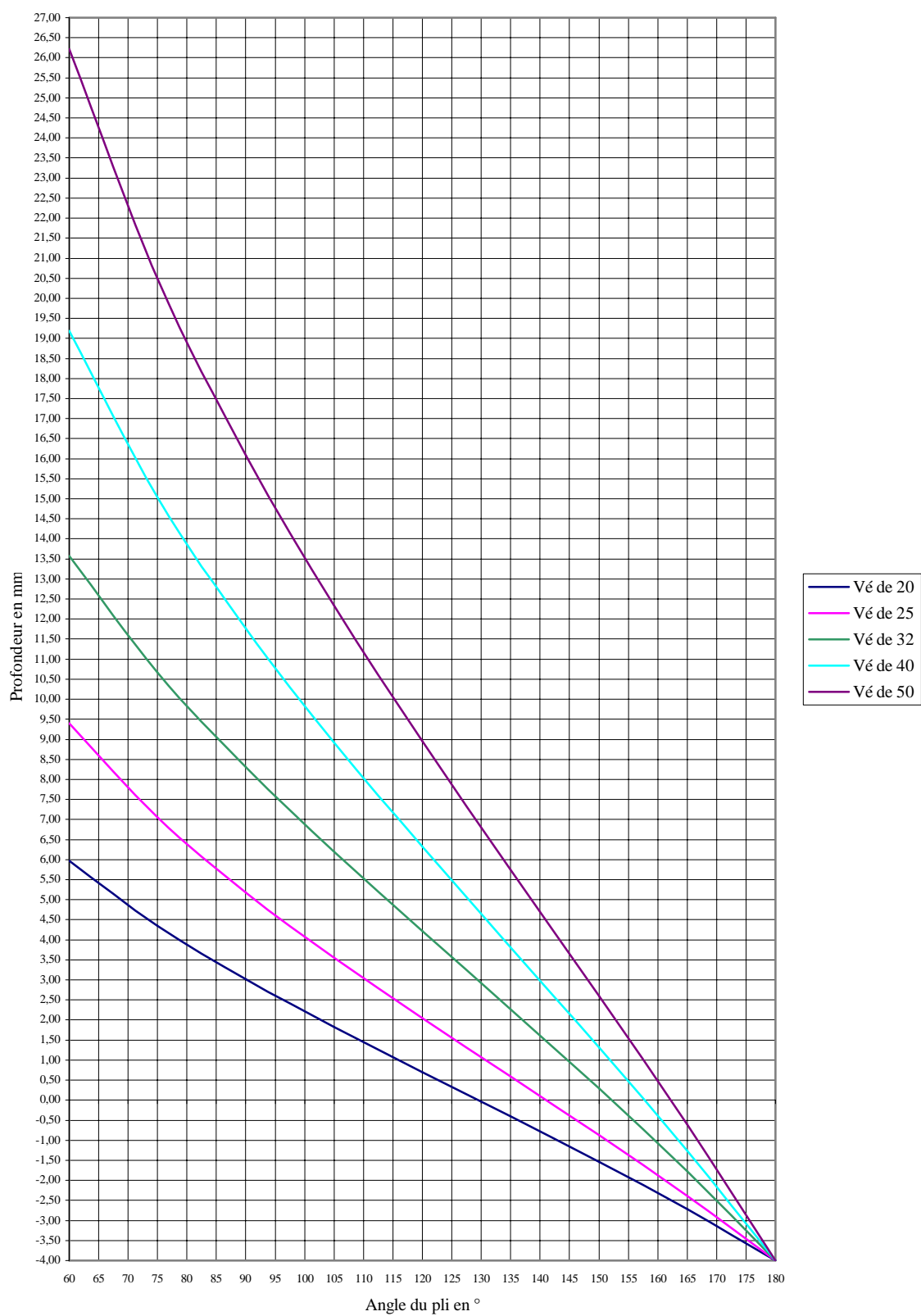
4.8. pour une épaisseur de 3 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 3 mm



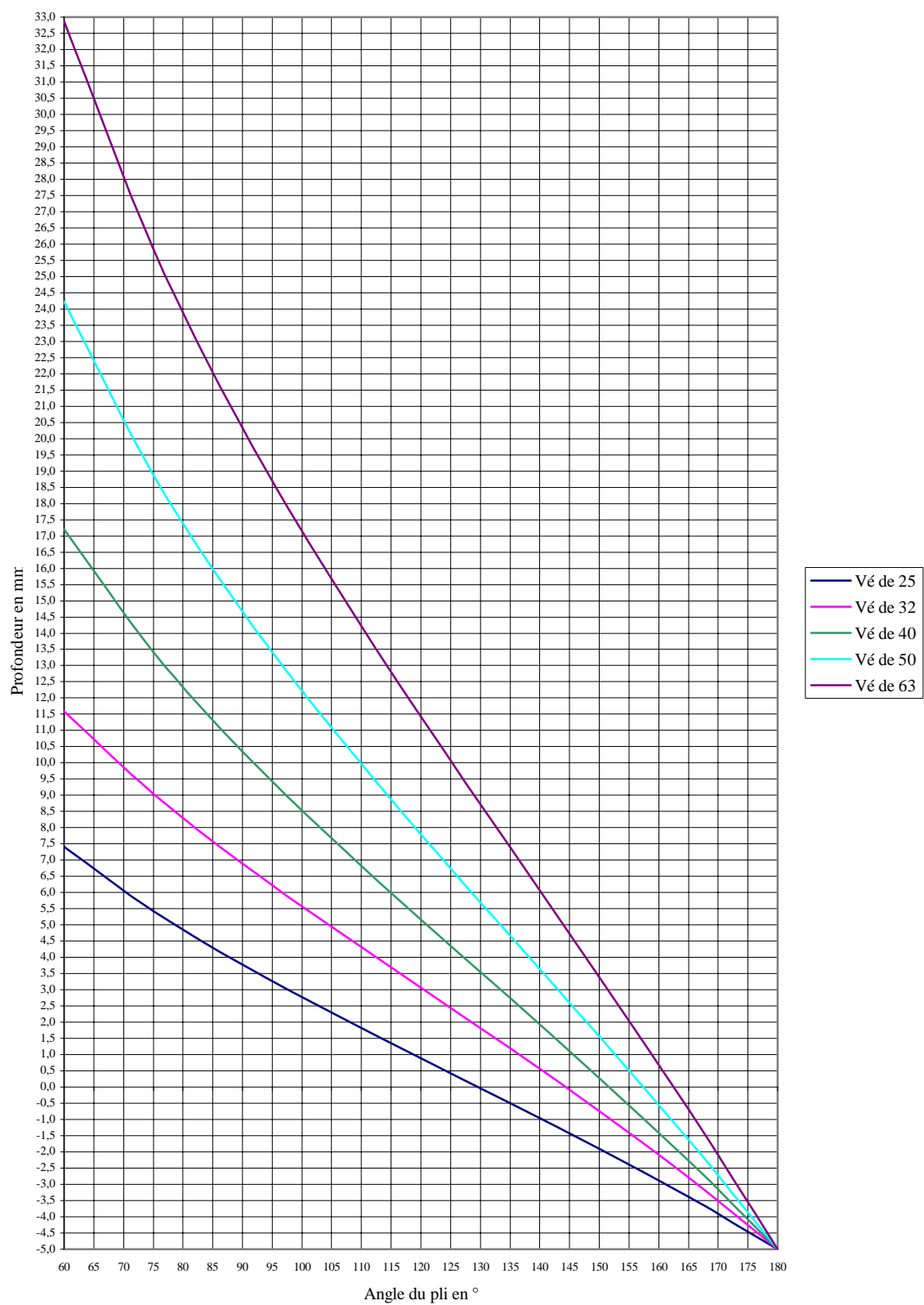
4.9. pour une épaisseur de 4 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 4 mm



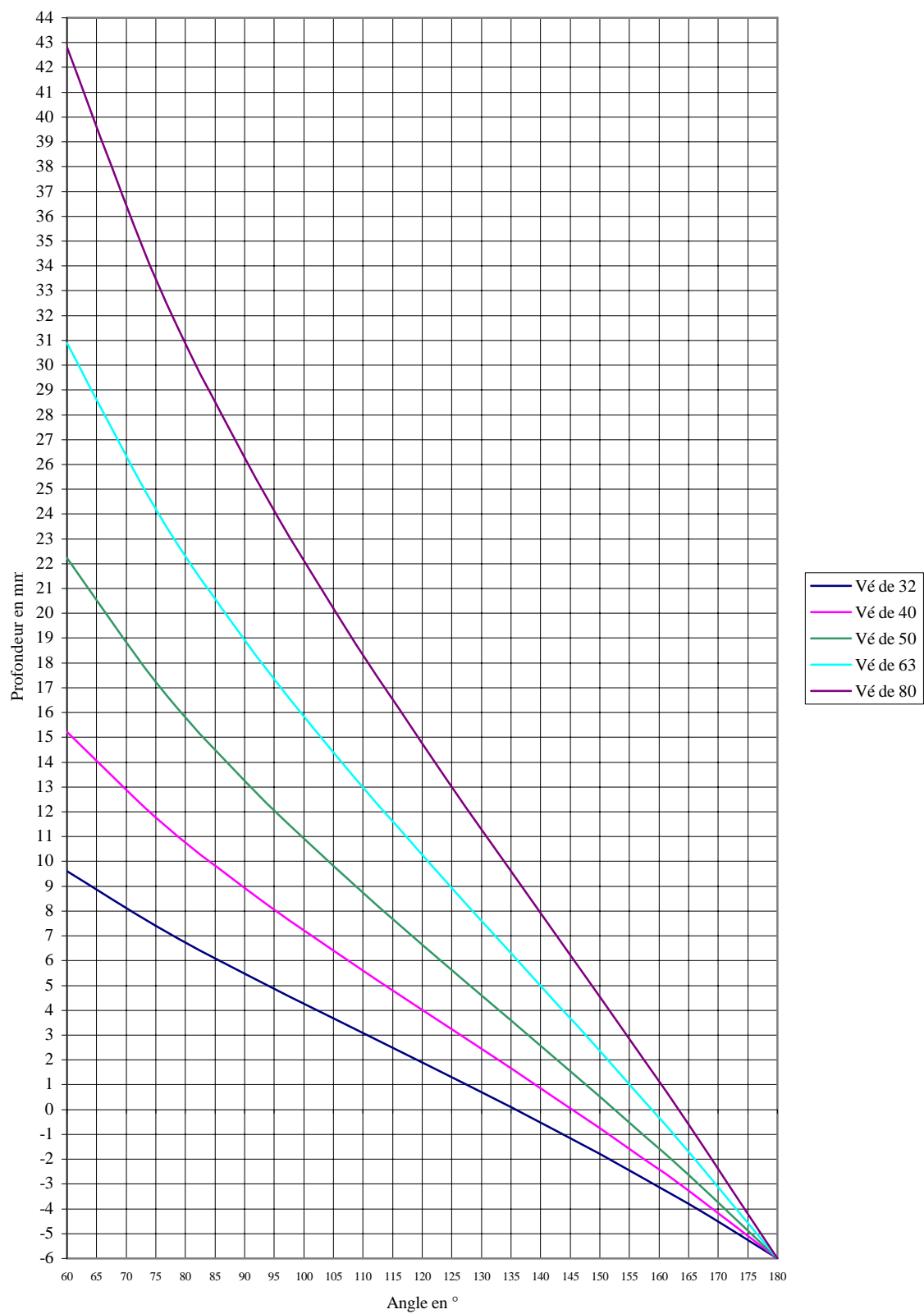
4.10. pour une épaisseur de 5 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 5 mm



4.11 . pour une épaisseur de 6 mm :

Profondeur de pliage pour une tôle de 6 mm



4.12. Remarques :

Ces représentations ne prennent pas en compte deux paramètres importants :

- La réouverture du pli due à l'élasticité rémanente car elle est propre :
 - à la nature de la tôle utilisée (matériau) ;
 - éventuellement à son état (écrouissage) ;
 - ainsi qu'à l'orientation du pli en fonction du sens de laminage (anisotropie).
- La déformation de la presse plieuse soumise à l'effort de pliage.
 - On observera que cet effort varie en fonction de l'angle de pliage : la valeur de la force de pliage fournie par les constructeurs couvre toute la plage angulaire et correspond à la valeur maximale théoriquement requise pour plier quelque soit l'angle. Pour autant, il ne faut pas confondre l'effort auquel est soumise la machine avec la force de pliage. Cette dernière correspond à la force maximale effectivement obtenue si les outils sont totalement mis en contact l'un contre l'autre.

§ Prenons un exemple :

Soit une tôle d'épaisseur 2 mm en S235 à plier sur une arête de 300 mm dans un vé de 16 mm et à un angle (du pli) de 120°.

- Force requise : 17 t/m soit
 $17 \times 0,3 = 5,1$ tonnes
- Ou avec la formule Force / mètre = $67,286 E_p^2 / V_e$
 $(67,286 \times 2^2 / 16) \times 0,3 = 5,05$ tonnes

Réglons la force sur la machine à 5,1 tonnes.

Si, pour un angle du pli de 120°, l'effort effectif absorbé par le pliage n'est que de 4,8 tonnes, la déformation de la machine sera liée à cette dernière valeur et non aux 5,1 tonnes calculées et réglées précédemment.

- La déformation est propre à la machine utilisée.
 - § Les utilisateurs de presse plieuse reconnaîtront l'influence de cette déformation : en effet, pour une même profondeur de pliage réglée, la valeur de l'angle du pli obtenue augmente en fonction de la longueur de l'arête car l'effort – donc la déformée de la machine – augmente lui aussi. C'est uniquement à cette déformation qu'est due cette augmentation de l'angle. D'où la nécessité de réaliser l'essai

de réglage de l'angle avec une longueur d'arête identique à celle souhaitée.

- § A ce propos, on peut observer, sur les représentations graphiques (pages 63 à 73), l'extrême sensibilité de l'angle obtenu sur le pli en fonction de la moindre variation de la profondeur de pliage, surtout pour les faibles largeurs de vé.

La lecture de ces tableaux peut cependant et dans un premier temps servir de base au réglage de la profondeur de pliage comme nous allons le voir maintenant. Il suffit de comparer la profondeur de pliage d'un angle obtenu avec celle d'un angle souhaité : on déplacera la butée de fin de course de la différence.

4.13. Exemple d'application :

- Reprenons notre exemple :
Une tôle d'épaisseur 2 mm en S235 à plier sur une arête de 300 mm dans un vé de 16 mm et à un angle (du pli) de 120°.

§ L'abaque du § 0 nous donne une profondeur théorique de pliage de :
 $\approx 1,9 \text{ mm}$.

§ Réalisons le pliage avec ce réglage.

§ Mesurons l'angle obtenu :
 126°

§ Lisons la profondeur correspondante dans l'abaque :
 $\approx 1,5 \text{ mm}$

§ Calculons la différence :
 $1,90 - 1,5 =$
 $0,4 \text{ mm}$

○ Nous devons déplacer la butée de fin de course pour augmenter la profondeur de pliage de 0,4 mm.

L'angle obtenu avec ce nouveau réglage sera probablement un peu plus important ($\approx 120,5^\circ$) que les 120° attendus pour les deux mêmes raisons à savoir :

- une élasticité rémanente plus importante car la tôle est un peu plus déformée,
- éventuellement un effort effectif de pliage légèrement plus prononcé donc une déformation un peu plus intense de la machine.

On notera un effet inverse sur ces deux derniers paramètres si l'angle souhaité avait été de 130° au lieu de 120° . Nous aurions alors probablement obtenu un angle légèrement plus fermé que 130° ($\approx 129,5^\circ$).