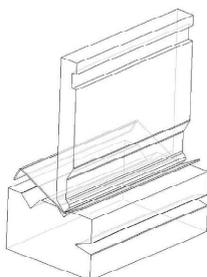


LE PLIAGE



Sommaire

INTRODUCTION :	2
I – LE PLI.....	2
Au niveau des fibres, que se passe-t-il ?	2
Tableau du positionnement de la fibre neutre.....	2
II – LA COTATION EN PLIAGE	3
La cotation d'une pièce pliée.	3
Le rayon de pliage appelé aussi rayon intérieur de pliage ou R_i	3
L'angle de pliage ou l'angle du pli.....	4
III LES PARAMETRES DE PLIAGES	5
Choix des paramètres.	6
IV CALCUL DE LA LONGUEUR DEVELOPPEE	6
Méthode de calcul avec ΔL	6

Objectif pédagogique :

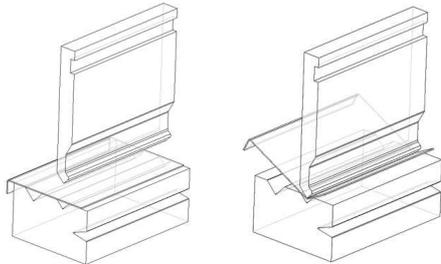
être capable de : **calculer la longueur développée à partir du tableau de ΔL et définir la force à appliquée**

INTRODUCTION :

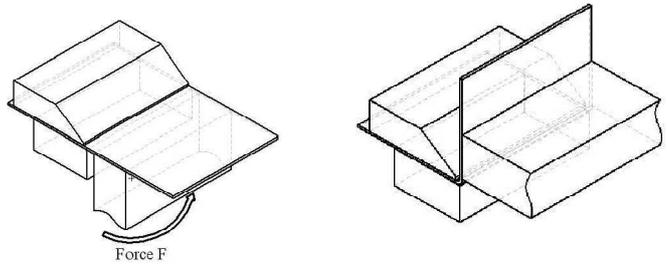
Le pliage est une opération de *conformation à froid* qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la *direction de ses fibres* de façon brusque suivant un *angle*.

Ci-dessous un *poignon* applique une *force F* sur une tôle qui va s'enfoncer dans une matrice appelé *Vé*.

Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce : pliage en l'air dans une presse-plier, pliage en frappe, pliage sur plieuse à sommier ou universelle...



Pliage sur presse plieuse



Pliage sur plieuse universelle ou a sommier

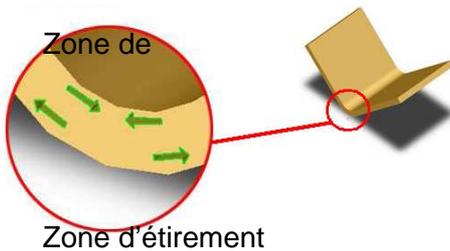
I – LE PLI.

Au niveau des fibres, que se passe-t-il ?

Lors du pliage, la tôle subit une pression qui change l'orientation des fibres.

Les fibres intérieures sont comprimées alors que celles extérieures subissent un étirement.

L'angle obtenu est appelé « angle de pliage ».



Entre les deux zones de déformations, la fibre neutre qui ne subit aucun allongement ni raccourcissement sera la base de notre calcul de la *longueur développée*.

En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage.

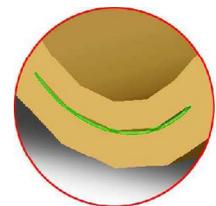
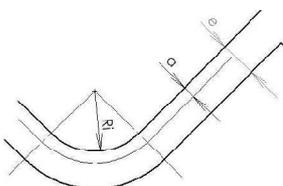


Tableau du positionnement de la fibre neutre.



Elle se situe à la distance **a** du bord intérieur. Suivant le rapport R_i/e , **a** varie comme suit:

Exemple :

R_i/e	Environ 1	Environ 2	Environ 3
a	$e/3$	$2^e/5$	$e/2$

Exemple :

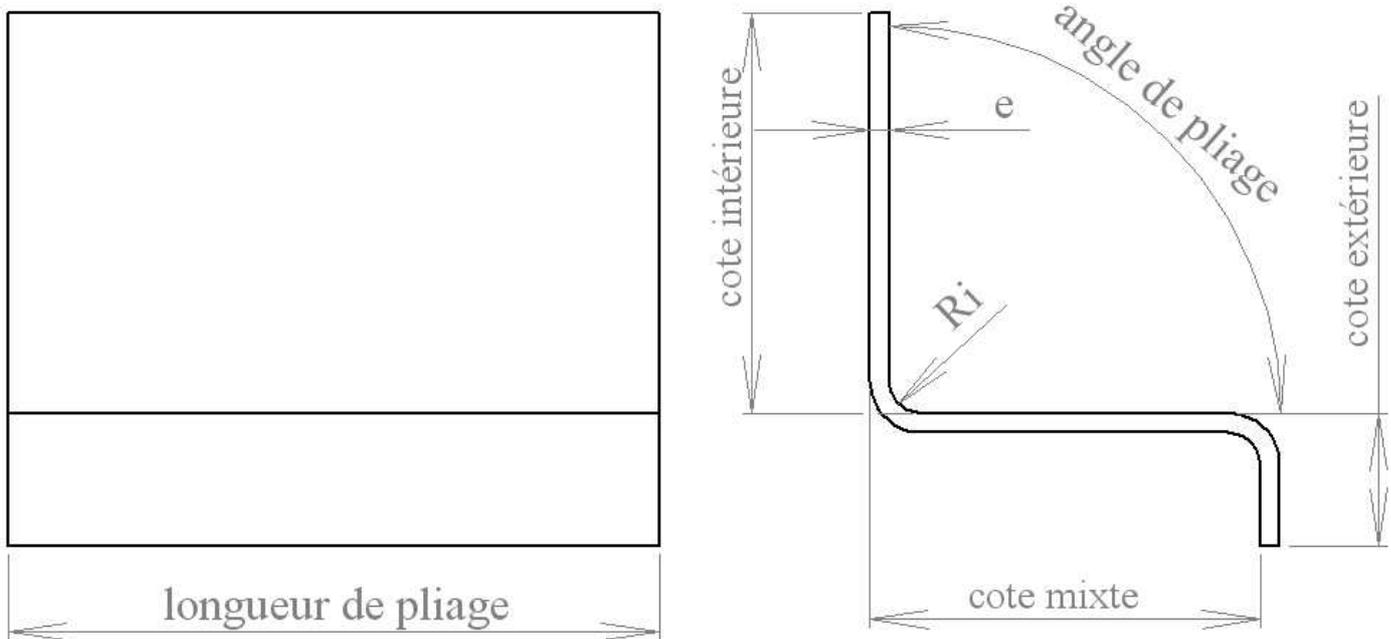
Avec une tôle épaisseur 2 mm, un Rayon intérieur de 2,5 mm.

$R_i / e = 2.5/2 = 1.25$ soit $a = e/3 = 2/3 = 0.666\text{mm}$.
la fibre de neutre se trouve à environs 1/3 de l'épaisseur soit 0.666m

II – LA COTATION EN PLIAGE

En pliage, plusieurs cotations apparaissent : la longueur d'un bord plié, le rayon de pliage, l'angle de pliage, la longueur de pliage, etc. ... Nous allons passer en revue tous ces paramètres.

La cotation d'une pièce pliée.



La cotation d'un bord plié se fait en intérieur ou extérieur ou même suivant des cotes mixtes entre l'intérieur et l'extérieur, cela en fonction du dessinateur ou des contraintes à respecter pour certaines pièces (contraintes d'ajustement par exemple).

Le rayon de pliage appelé aussi rayon intérieur de pliage ou R_i .

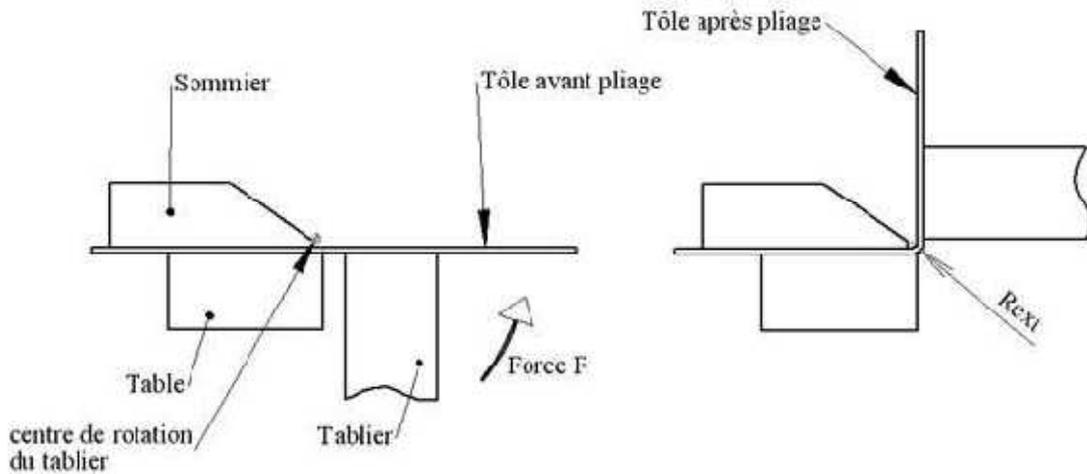
Le rayon de pliage est défini selon la machine employée et les contraintes du dessin de la pièce. La plupart du temps, le dessin n'impose pas de rayon. C'est la machine utilisée qui définira à ce moment sa valeur.

Sur une presse plieuse : le rayon intérieur dépend du Vé. On admettra :

$$R_i = V\acute{e}/6$$

A noter que le rayon intérieur possible varie aussi en fonction de la matière et de son coefficient d'allongement. Retenons que plus la matière est malléable, plus le rayon intérieur pourra être petit, sans que l'on observe des défauts de criquage (cassure à l'extérieur du pli).

Sur une plieuse universelle : le rayon de pliage est défini par l'opérateur (ou le plan de définition) durant le réglage du tablier de la machine. Dans ce cas, nous travaillerons avec le rayon extérieur du pli, le tablier parcourant l'extérieur du pli.



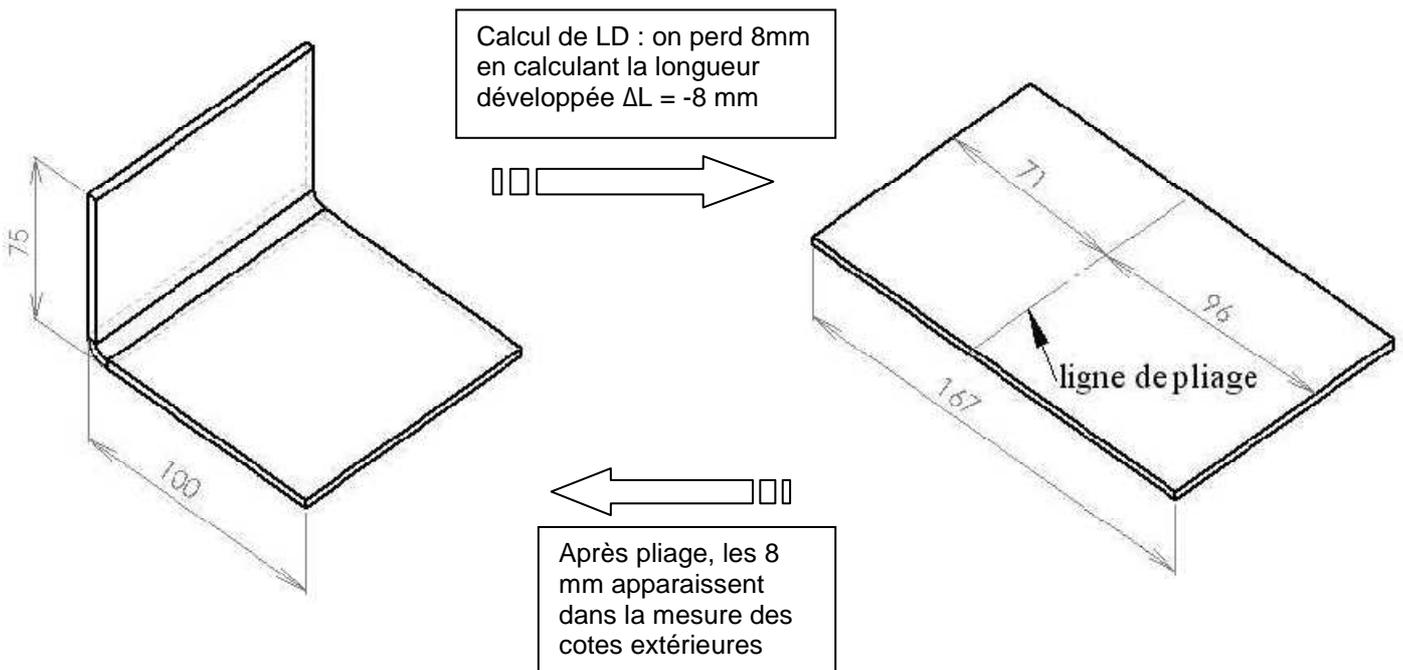
L'angle de pliage ou l'angle du pli.

Il est défini par le dessin de définition de la pièce et peut être réalisé suivant les capacités machine.

L'angle le plus travaillé est celui de 90°

La longueur développée d'une pièce pliée varie en fonction de l'angle de pliage (voir tableau des ΔL (pertes au pli)).

Le ΔL peut-être comparé à la perte de longueur de matière entre l'état final (pièce pliée) et l'état initial (pièce à plat).



La longueur de pliage.

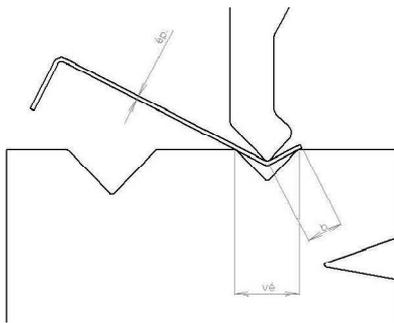
La longueur du pli est aussi appelé ligne de pliage. Ce paramètre fait varier la force à appliquer pour un pli. Plus la longueur est grande, plus grande sera la Force nécessaire.

III LES PARAMETRES DE PLIAGES

Nous allons aborder les paramètres qui influencent le pliage sur presse-plier.

La détermination des paramètres commence par la lecture d'un abaque de pliage. Il en existe plusieurs sortes, souvent dépendants des machines utilisées (Presse plieuse Amada, LVD, Colly, etc. ...)

L'abaque suivant est tiré d'une presse-plier Promécam.



V	6	8	10	12	16	20	25	35	40	50	63	
b mini	4	5.5	7	8.5	11	14	17.5	22	28	35	45	
ri	1	1.3	1.6	2	2.6	3.3	4	5	6.5	8	10	
épaisseur	1	100	80	70								
	1.5			150	130	90						
	2				220	170	130					
	2.5					260	210	170				
	3						300	240	190			
	4							420	340	270		
	5								520	420	330	
6									600	480	380	

Force F de pliage (en kiloNewton/mètre)

En fonction de l'épaisseur de la tôle (ici 2 mm par exemple), nous pouvons déterminer plusieurs paramètres tels que :

- ✓ La valeur du Vé : ici Vé = 16 mm. Il s'agira toujours de la largeur en millimètre du Vé quelque soit sa forme (vé à 88°, vé à 30° ou même une matrice rectangulaire). Le choix du Vé est déterminant.
- ✓ En général on utilise :

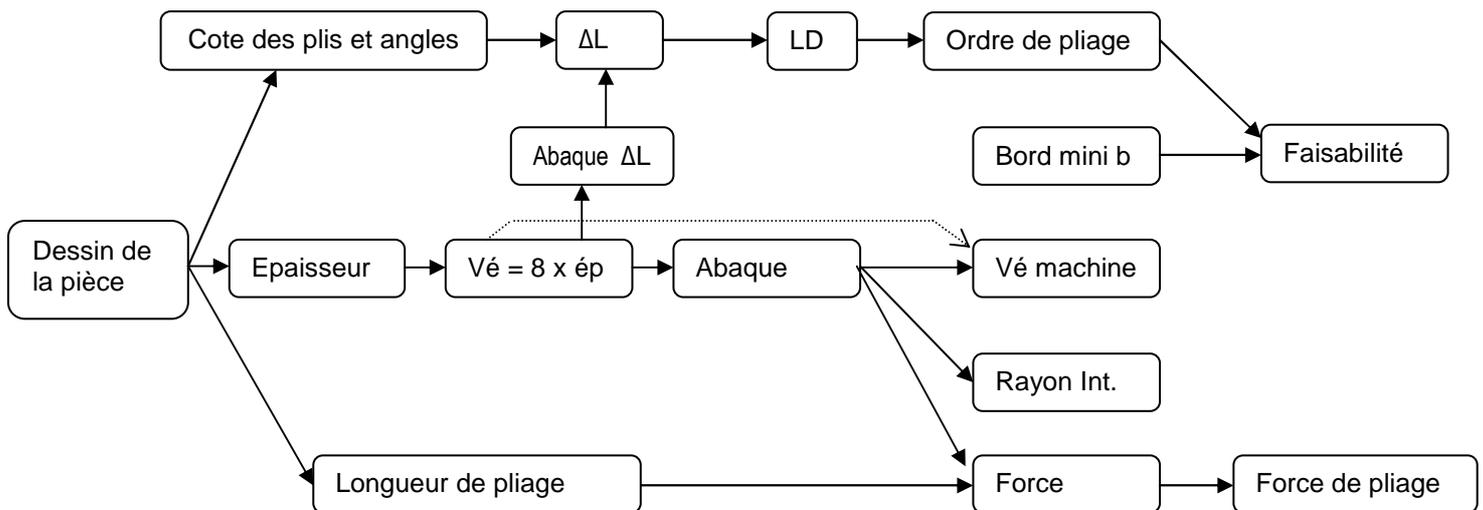
épaisseur < 4 mm **Vé = 6 à 8 x ép.**

épaisseur > 4 mm **Vé = 10 à 12 x ép.**

- ✓ La valeur du bord mini : b = 11 mm. Il s'agit de la valeur minimale de la cote intérieure d'un pli sur un vé donnée. Si votre cote intérieure est plus petite que b, votre tôle glissera dans le vé sans être pliée.
- ✓ La valeur du rayon intérieur : Ri = 2,6 mm.
- ✓ La Force en Kn/m (ici 170 Kn de pression à appliquer pour 1 mètre de pli). Elle est proportionnelle à la longueur de pliage. Plus votre pli est long plus la force sera grande.

Choix des paramètres.

L'ordre souvent rencontré lors d'un exercice pour choisir les paramètres de pliage ainsi que de déterminer les données de fabrication est le suivant.

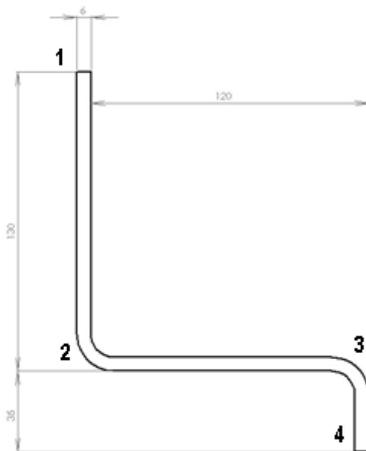


IV CALCUL DE LA LONGUEUR DEVELOPPEE

Méthode de calcul avec ΔL .

Exercice N°1 :

Pour la pièce pliée d'épaisseur 2 mm ci-dessous, donner selon l'abaque les valeurs suivantes :



Vé =

Ri =

F =

b =

Dans le tableau ci-dessous, nous trouvons le ΔL correspondant aux différents paramètres trouvés. La perte par pli est de : $\Delta L_{90^\circ} = \dots\dots\dots$

Le calcul final de la longueur développée se fait en additionnant les *cotes extérieures* et en y ajoutant (ici soustraire) les ΔL correspondants à chaque pli.

Cotes extérieures (1-2) = $\dots\dots\dots$

Cotes extérieures (2-3) = $\dots\dots\dots$

Cotes extérieures (3-4) = $\dots\dots\dots$

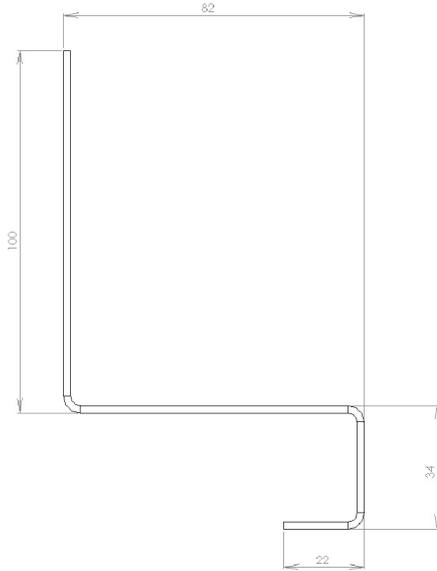
$\Delta L_{90^\circ \text{ pli } 2} = \dots\dots\dots$

$\Delta L_{90^\circ \text{ pli } 3} = \dots\dots\dots$

LD = $\dots\dots\dots$

Exercice N°2 :

Pour la pièce pliée ci-dessous, donner selon l'abaque les valeurs suivantes :
épaisseur



Vé =

Ri =

F =

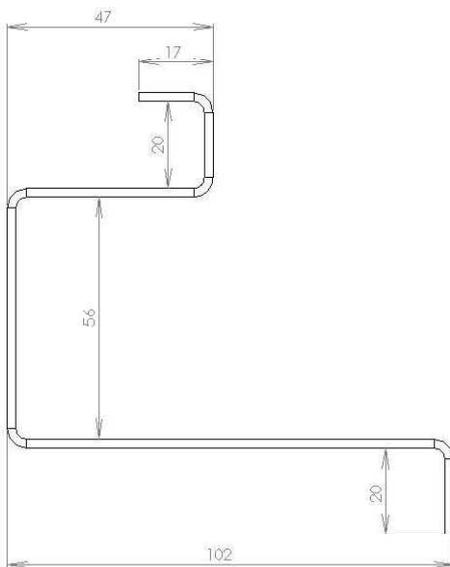
b =

ΔL_{90° =

LD =

Exercice N°3 :

Pour la pièce pliée ci-dessous, donner selon l'abaque les valeurs suivantes :



Vé =

Ri =

F =

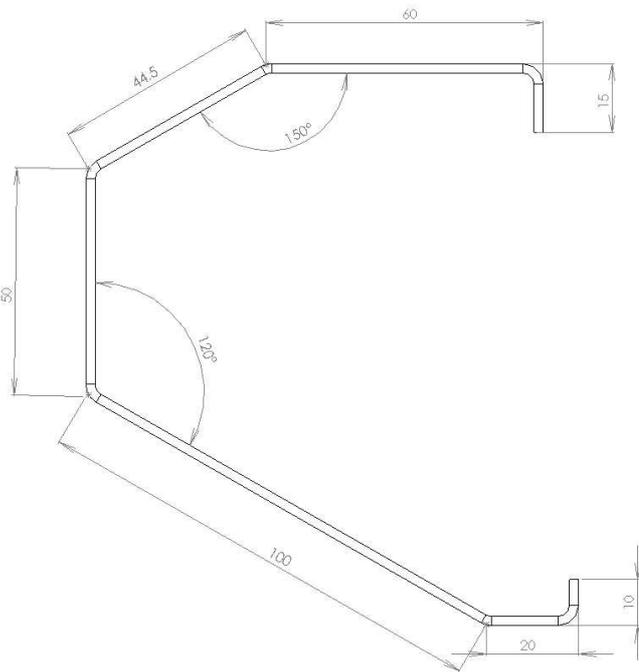
b =

ΔL_{90° =

LD =

Exercice N°4 :

Pour la pièce pliée ci-dessous, donner selon l'abaque les valeurs suivantes :



Vé =

Ri =

F =

b =

ΔL_{90° =

LD =

Calcul de longueur développée**note : /30****mise en situation :**

Votre entreprise est chargée de la conception de bavette pour participer à l'étanchéité d'un acrotère d'immeuble.

On donne :

- ✓ un plan schématisé des bavettes et un plan de détail de chacune coté.
- ✓ les documents techniques des ΔL des pliages de tôle. (dossier rose)
- ✓ le questionnaire ci-dessous à compléter.
- ✓ le vé pris en compte sera : $V = 6 \times$ épaisseur de tôle (prendre le Vé le plus proche de celui recommandé si celui préconisé n'existe pas dans le tableau).

Tôle A	barème
Epaisseur de tôle :	/1
Ouverture du V :	/2
Rayon intérieur du pli :	/2
Calcul de la longueur développée	/6
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle :	/2
Total	/13

NOM :

Tôle B	barème
Epaisseur de tôle :	/1
Ouverture du V :	/2
Rayon intérieur du pli :	/2
Calcul de la longueur développée	/7
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle :	/2
Valeur de la Largeur minimale du bord à réalisable	/3
Total	/17

NOM :

Calcul de longueur développée

note : /30

Tôle A	barème
Epaisseur de tôle : 2	/1
Ouverture du V : V=6 x 2 V=12mm	/2
Rayon intérieur du pli : 2	/2
Calcul de la longueur développée LD= 90.1 + (-2.7)+415.3+(-2.7)+61.1 LD= 561.4mm	/6
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle : 220	/2
Total	/13

Tôle B	barème
Epaisseur de tôle : 1.5mm	/1
Ouverture du V : V=6 x 1.5 V=9mm on choisi donc le Vé de 10mm	/2
Rayon intérieur du pli : 1.6	/2
Calcul de la longueur développée LD= 38.3+(-0.7)+93.1+(-2)+426.8+(-2)+85.8+(-1.8)+57.4 LD= 694.9mm	/7
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle : 150	/2
Valeur de la Largeur minimale du bord à réalisable 7	/3
Total	/17

PLIAGE DE TÔLE

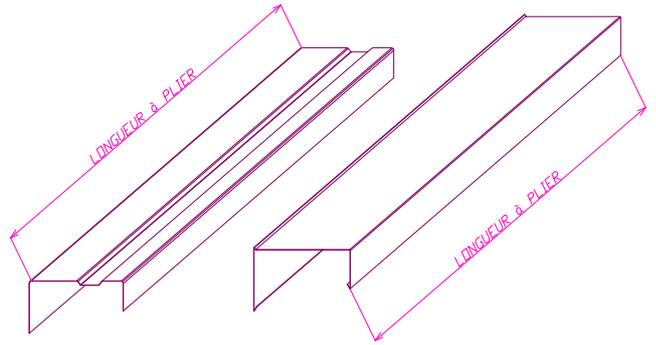
note : /40

mise en situation :

Votre entreprise est chargée de la conception de bavette pour participer à l'étanchéité d'un acrotère d'immeuble.

On donne :

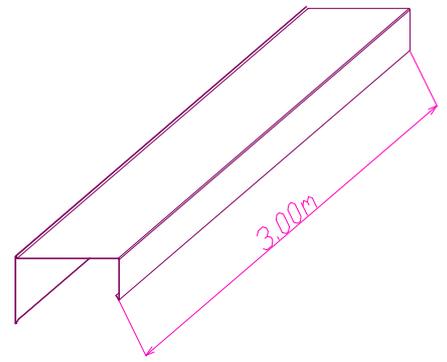
- ✓ un plan schématisé des bavettes et un plan de détail de chacune coté.
- ✓ les documents techniques des ΔL des pliages de tôle.
- ✓ le questionnaire ci-dessous à compléter.
- ✓ le vé pris en compte sera : $V = 8 \times$ épaisseur de tôle (prendre le Vé le plus proche de celui recommandé si celui préconisé n'existe pas dans le tableau).



☠ : Attention de bien toujours prendre la cote extérieure

Tôle C	barème
Epaisseur de tôle :	/1
Ouverture du V :	/2
Rayon intérieur du pli :	/2
Calcul de la longueur développée	/8
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle :	/2
Valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utiliser:	/2
Conclure sur la faisabilité par rapport à la valeur la valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utilisée :	/2
Total	/19

NOM :

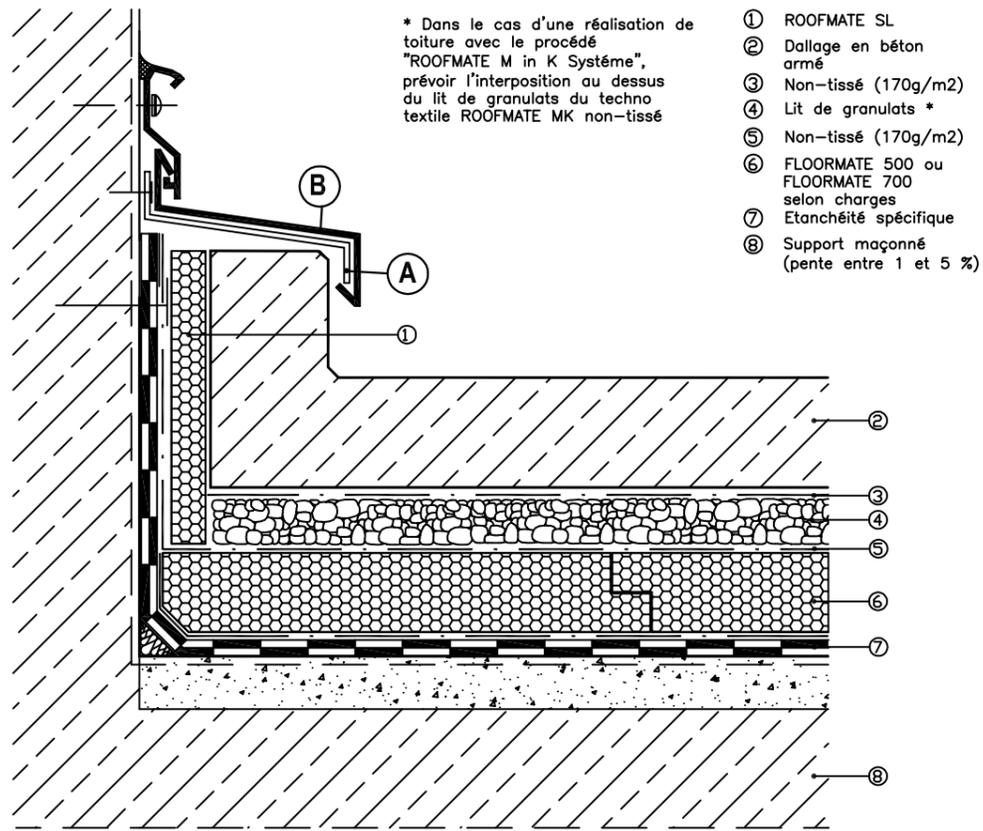


Tôle D	barème
Epaisseur de tôle :	/1
Ouverture du V :	/2
Rayon intérieur du pli :	/2
Calcul de la longueur développée	/8
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle :	/2
Donner la valeur de la force en kN pour plier une longueur de 3m de tôle :	/2
Valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utilisée :	/2
Conclure sur la faisabilité par rapport à la valeur la valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utilisée :	/2
Total	/21

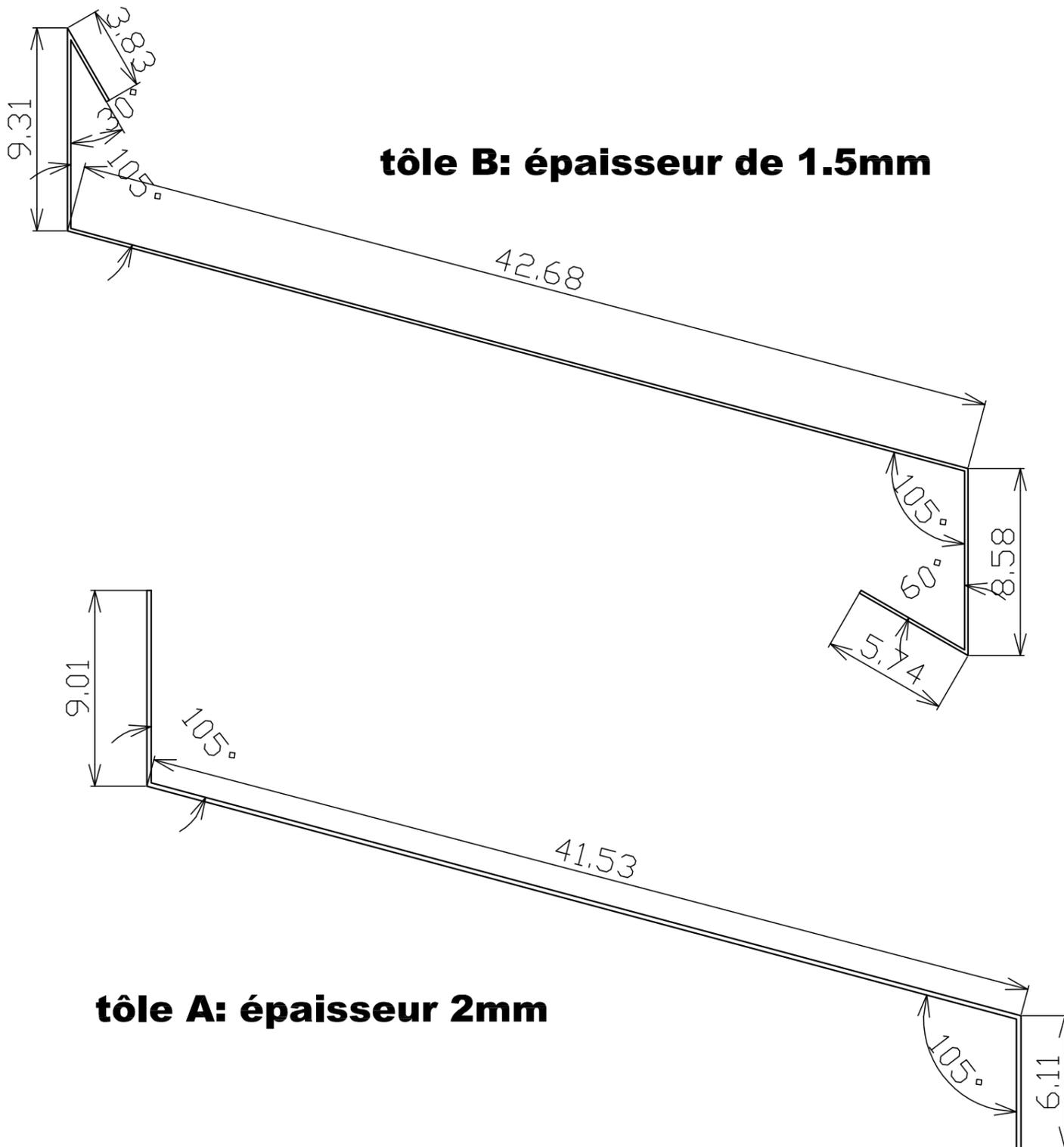
NOM :

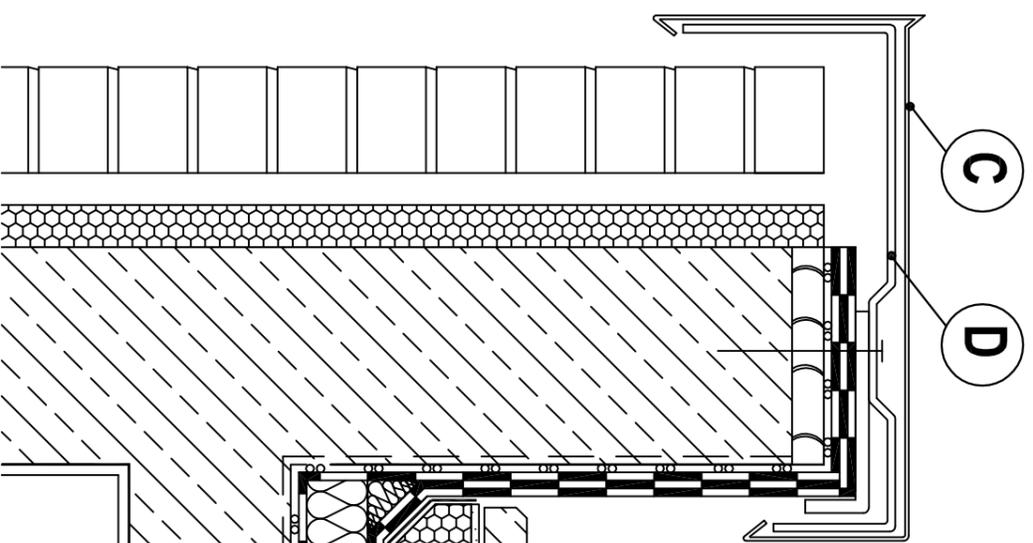
Tôle C	barème
Epaisseur de tôle : 2	/1
Ouverture du V : V=8 x 2 V=16mm	/2
Rayon intérieur du pli : 2,6mm	/2
Calcul de la longueur développée LD= 22.1+(-0.5)+243.2+(-0.5)+12.1+(-1.9)+481.7+2+(-4)+150.3+(-0.5)+22.1 LD= 926.1mm	/6.5
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle : 170kN	/2
Valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utiliser : 11mm	/2
Conclure sur la faisabilité par rapport à la valeur la valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utilisée : La plus petite dimension à plier est de 12.1 mm donc supérieure à 11mm qui est le minimum de la presse plieuse, en conclusion la pièce est réalisable	/2
Total	/19

Tôle D	barème
Epaisseur de tôle : 1.2mm	/1
Ouverture du V : V=8x1.2 V=9.6mm on choisi donc le Vé de 10mm	/2
Rayon intérieur du pli : 1.6mm	/2
Calcul de la longueur développée LD= 200.5+(-2.4)+245.2+(-0.7)+26.4+(-0.7)+98.3+(-0.7)+26.4+(-0.7)+112.1+(-2.4)+115.4 LD= 816.7mm	/6.5
Force en kN pour plier 1mètre linéaire de tôle : 100kN	/2
Donner la valeur de la force en kN pour plier une longueur de 3m de tôle : 100x3=300kN	
Valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utilisée : 7mm	/2
Conclure sur la faisabilité par rapport à la valeur la valeur de la largeur minimale du bord à réaliser propre à la presse plieuse utilisée : La plus petite dimension à plier est de 26.4 mm donc supérieure à 7mm qui est le minimum de la presse plieuse, en conclusion la pièce est réalisable	/2
Total	/21



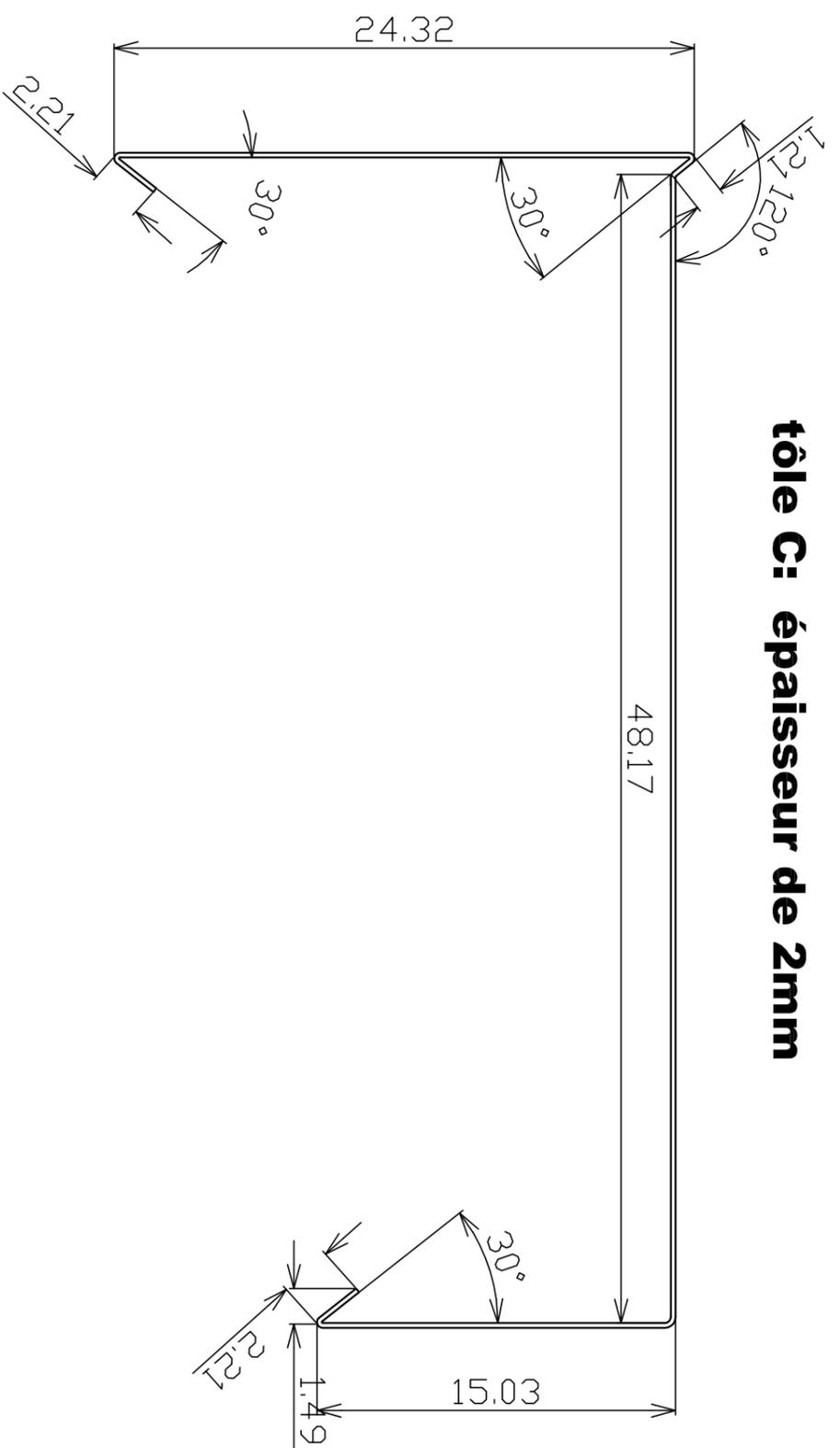
Toiture terrasse soumise à des contraintes importantes/parking-FLOORMATE 500 ou FLOORMATE 700
Isolation inversée des toitures terrasses



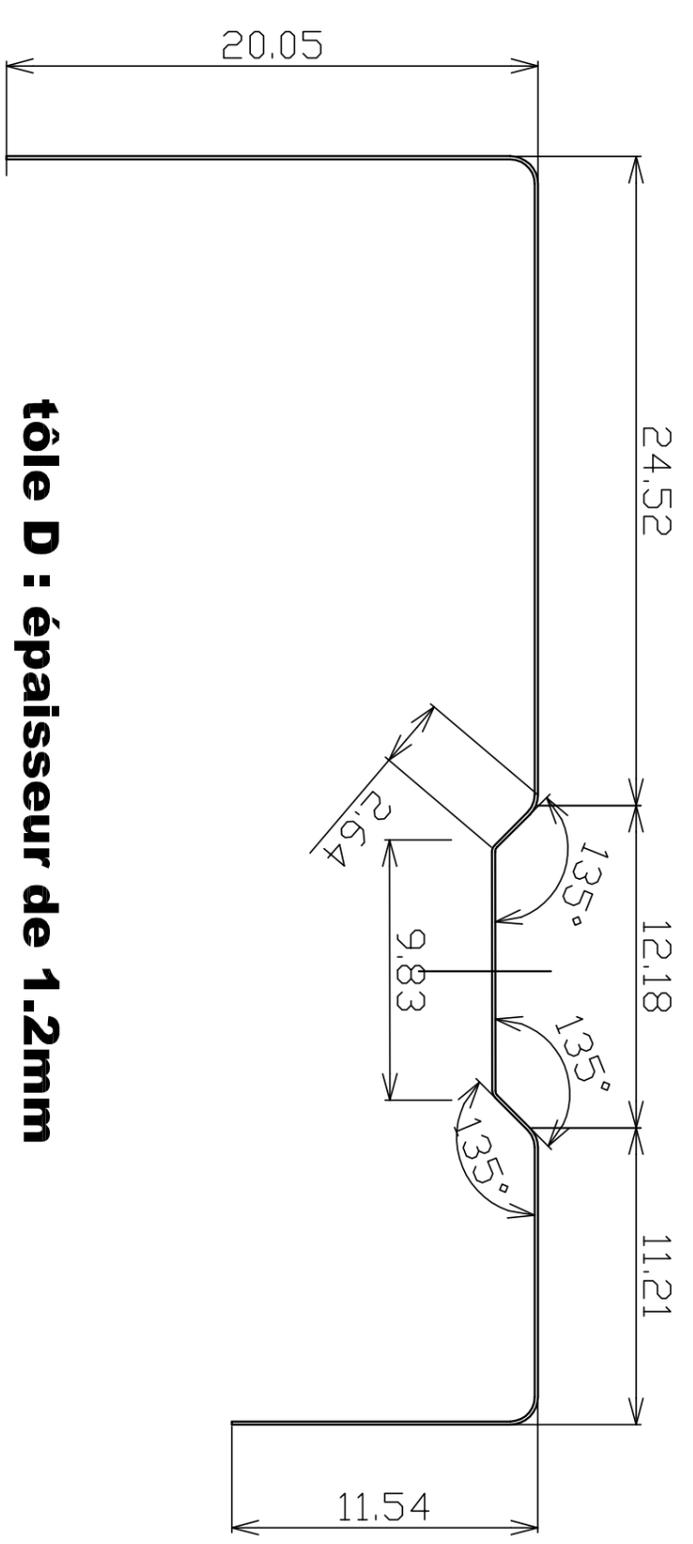


- ① Lestage éventuel
- ② nouvelle isolation
- ③ Non-tissé
- ④ Étanchéité existante vérifiée/Rénovée
- ⑤ Isolation existante
- ⑥ Pare vapeur
- ⑦ Dalle béton

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥
- ⑦



tôle C: épaisseur de 2mm



tôle D : épaisseur de 1.2mm

