

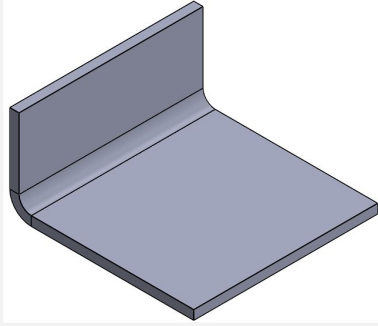


édUSCOL



# Pliage :

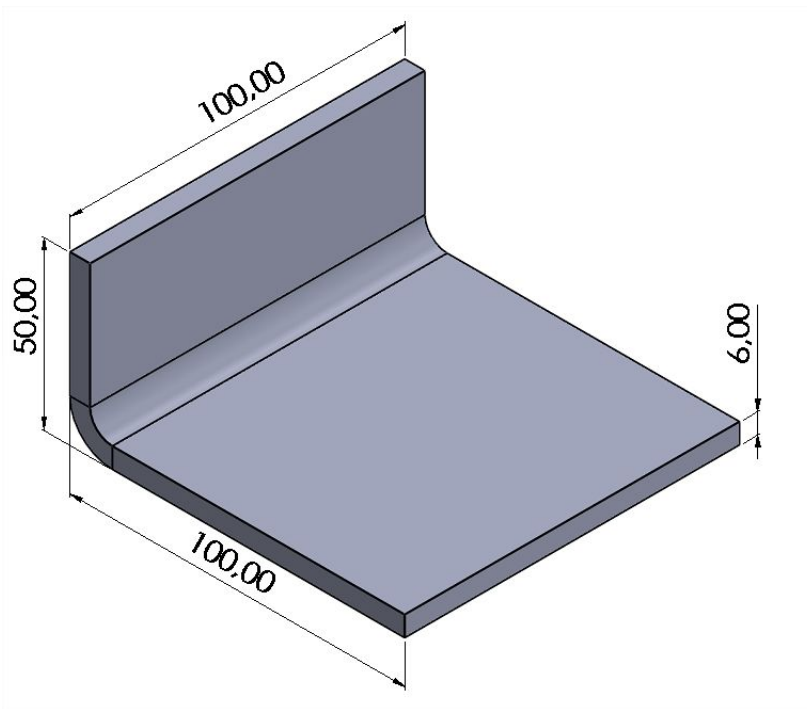
## Fibre neutre & longueur développée



# 1-Expérimentation

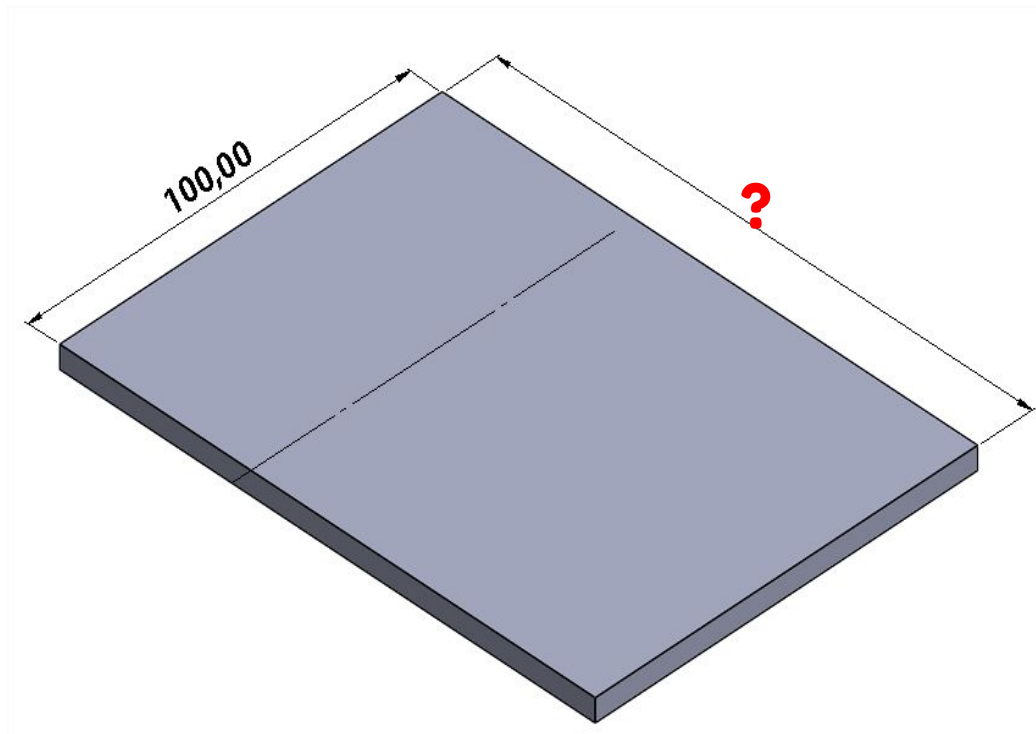
# Expérimentation

Je désire obtenir une pièce pliée ayant les cotes suivantes

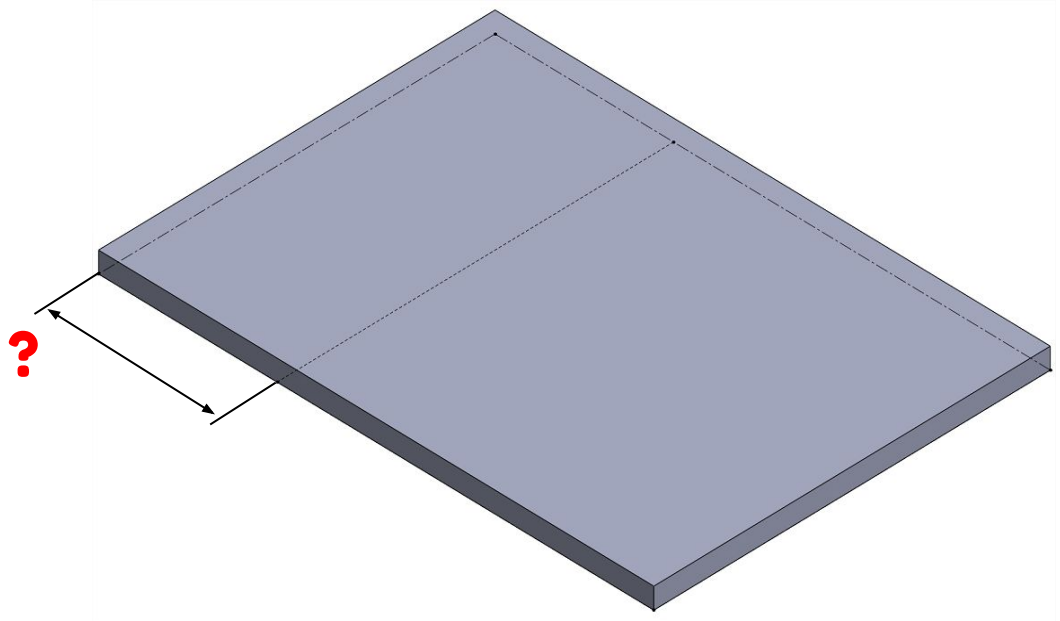




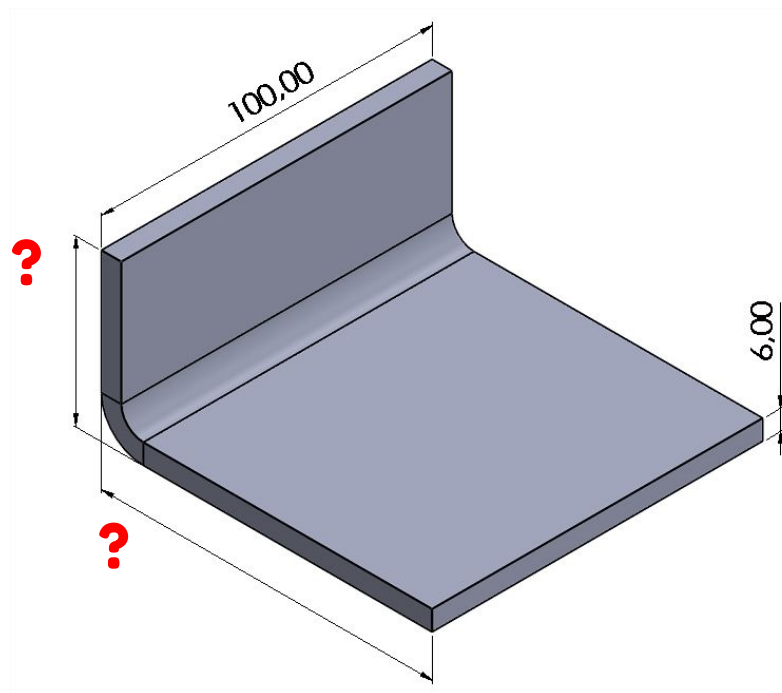
Quelle doit être la cote de débit ?



? Quelle doit être le réglage de la cote de la butée (**cote x**) ?



Après débit et pliage, contrôle de la pièce



# Expérimentation : débit 100 x 150 mm





# Réglage cote machine (butée x) à 50 mm







# Pliage

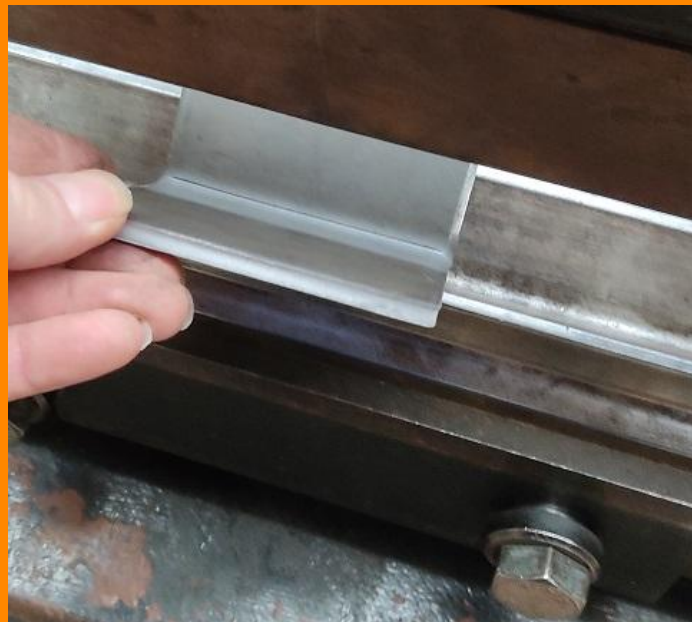
Sciences et Techniques Industrielles Portail national de ressources

ministère  
Éducation  
nationale  
Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

édUSCOL



# Piage



# Contrôle au pied à coulisse



## Que remarque-t-on ?

La cote extérieure de 50 mm n'est pas respectée.

- Au pied à coulisse, on mesure 56.1 mm
- La dimension est trop longue de 6.1 mm

La cote extérieure de 100 mm n'est pas respectée.

- Au pied à coulisse, on mesure 106.1 mm
- La dimension est trop longue de 6.1 mm

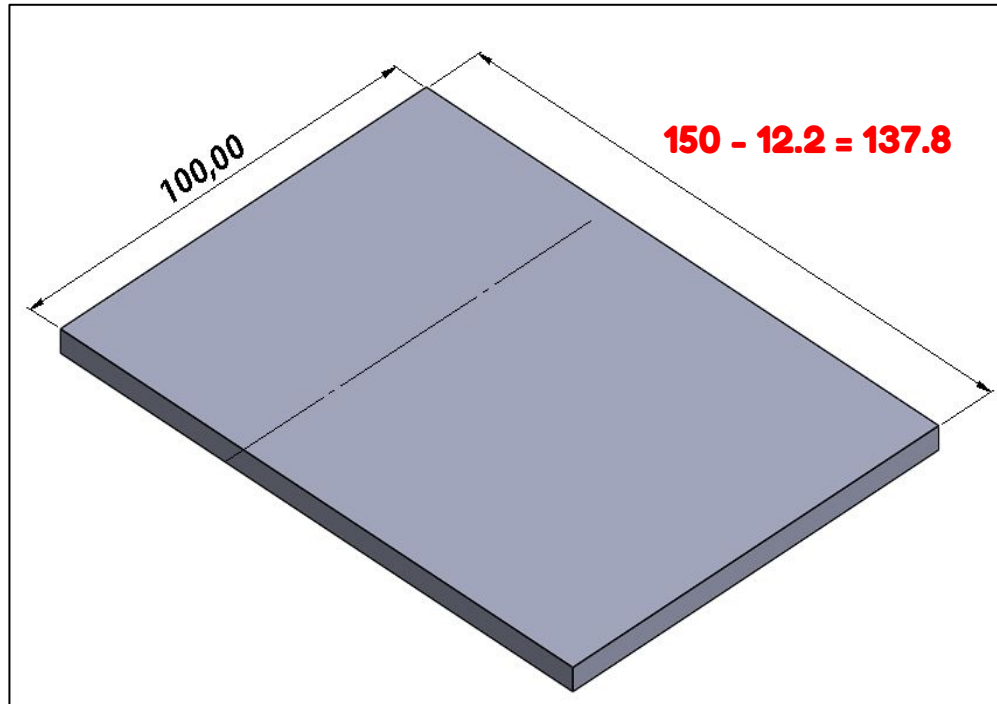
**En tout, la somme des surlongueurs est de 12.2 mm**

## Solution : débit

La cote de débit de 150mm est donc 12.2mm trop longue.

Il suffit de réduire la cote de débit de 12.2mm

$$150 - 12.2 = 137.8\text{mm}$$

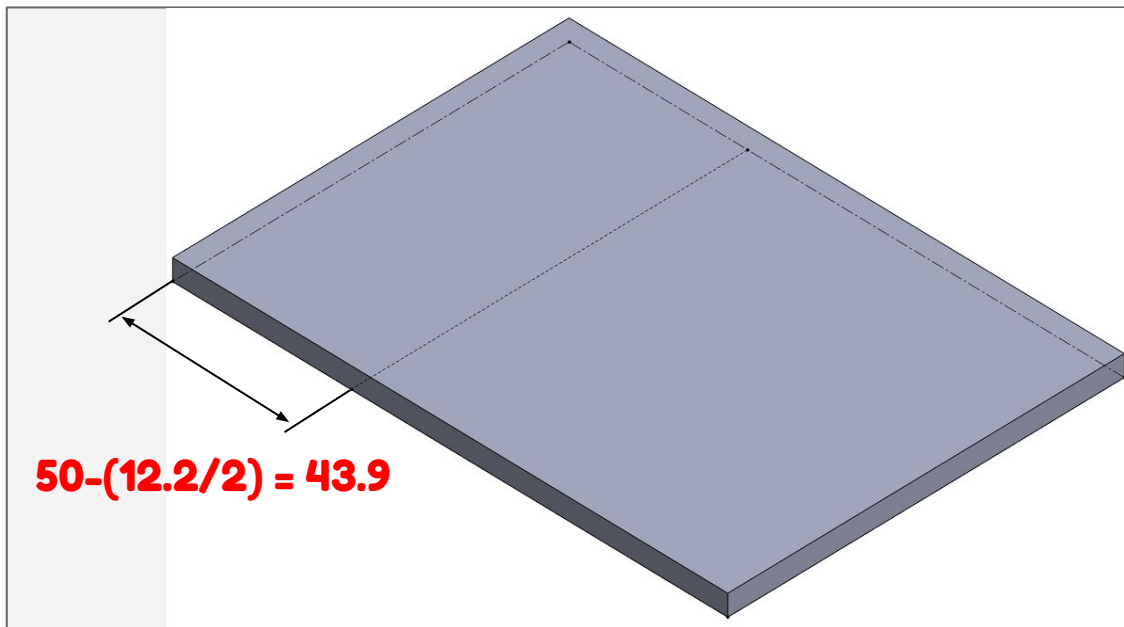


## Solution : cote machine (cote x)

La cote machine (cote x) de 50mm est donc 6.1mm trop longue.

Il suffit de réduire la cote machine de 6.1 mm

$$50 - 6.1 = 43.9 \text{ mm}$$

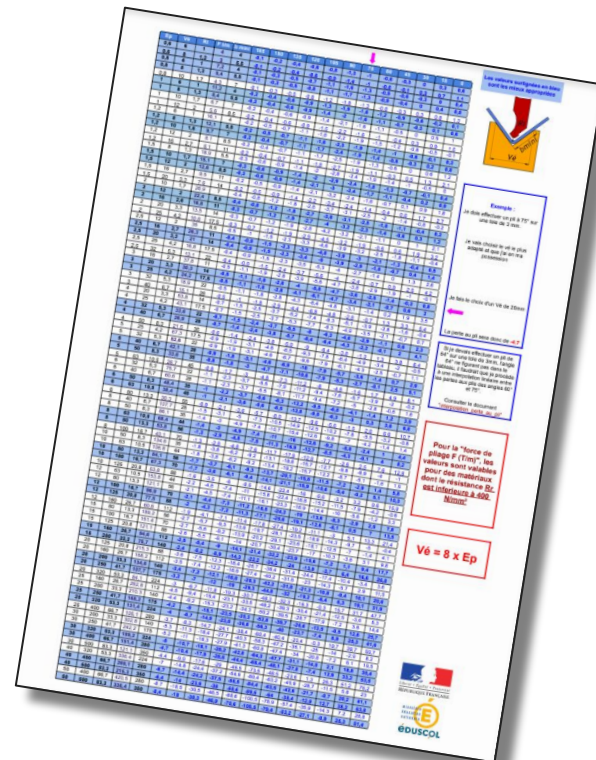




# Perte au pli

Des tests sur différentes épaisseurs (épaisseurs standards les plus courantes) et avec différents de pliage (tous les  $15^\circ$ ) ont permis d'obtenir un tableau regroupant toutes ces valeurs.

C'est ce que l'on appelle le tableau de "perte au pli" (pertes car généralement les valeurs sont négatives)



Les valeurs indiquées dans ce tableau sont des valeurs moyennes.

Exemple :  
un échantillon de 10 mm d'épaisseur et de 100 mm de largeur est plié à  $15^\circ$  sur une longueur de 100 mm.

Le tableau ci-dessus est un exemple de tableau de perte au pli. Les valeurs indiquées sont des valeurs moyennes. Elles peuvent varier en fonction de la qualité du matériau et de la méthode de pliage.

Pour la "force de pliage" (F) les valeurs sont variables pour des raisons de résistance de la machine à plier.

$V_p = 8 \times E_p$

Ministère de l'Éducation Nationale  
République Française  
ÉDUSCOL



# Perte au pli

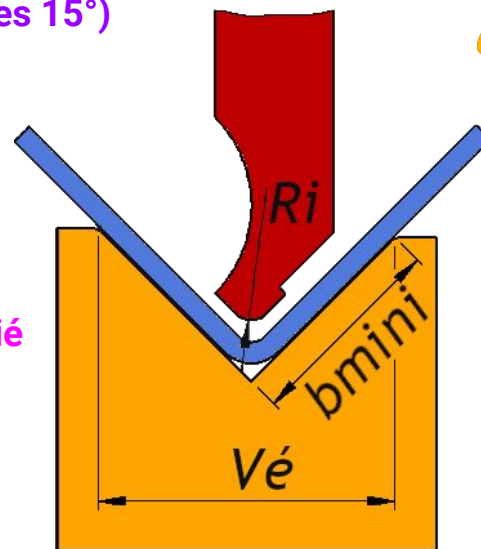
Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165	135
0,6	6	1	4	4	-0,1	-0,4
0,6	8	1,3	3	5,5	-0,1	-0,4
0,8	6	1	7,2	4	-0,1	-0,5
0,8	8	1,3	5,4	5,5	-0,1	-0,5
0,8	10	1,7	4,3	7	-0,1	-0,5
1	6	1	11,2	4	-0,2	-0,6
1	8	1,3	8,4	5,5	-0,2	-0,6

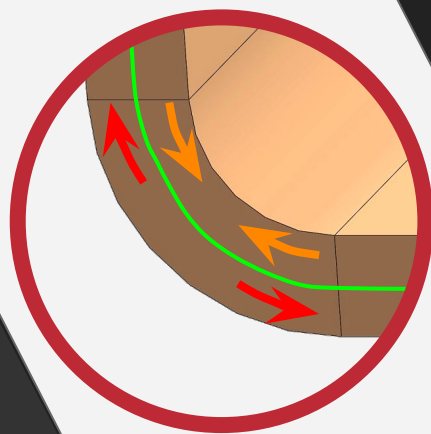
Différents angles (tous les 15°)

Les valeurs surlignées en bleu  
sont les mieux appropriées



- Bord mini du pli
- Force de pliage en tonne/mètre plié
- Rayon intérieur de pliage (mm)
- Largeur du Vé (mm)
- Epaisseur de la tôle (mm)





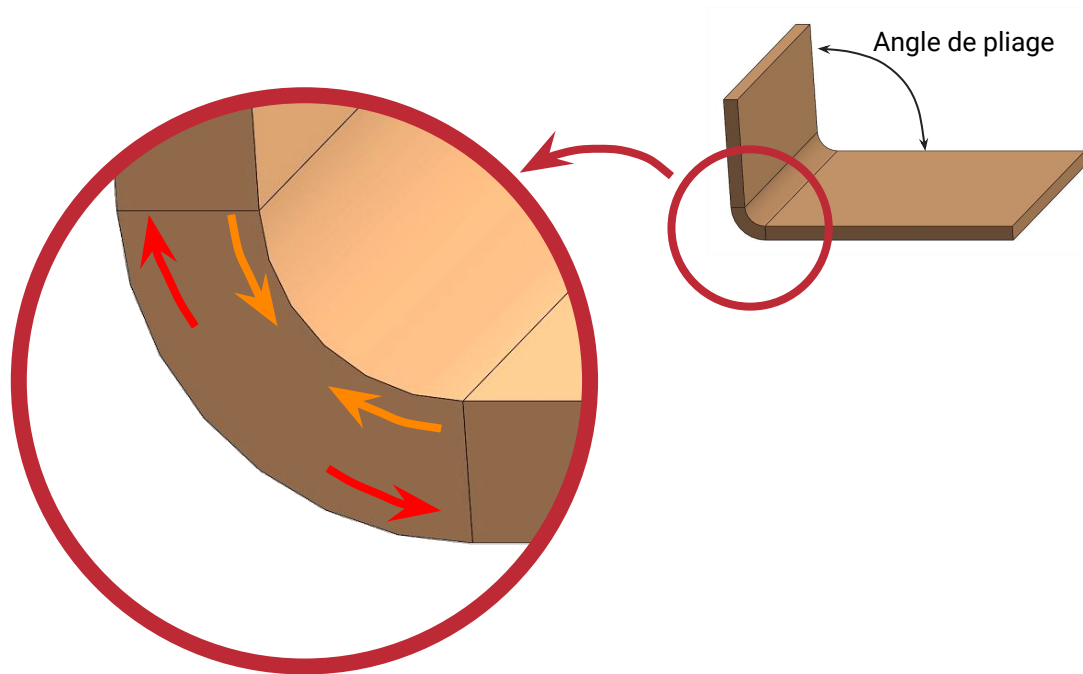
## 2-Fibre neutre

## Au niveau du pli, que se passe-t-il ?

Lors du pliage,

- les fibres intérieures sont **comprimées (compression)**
- les fibres extérieures subissent un **étirement (traction)**

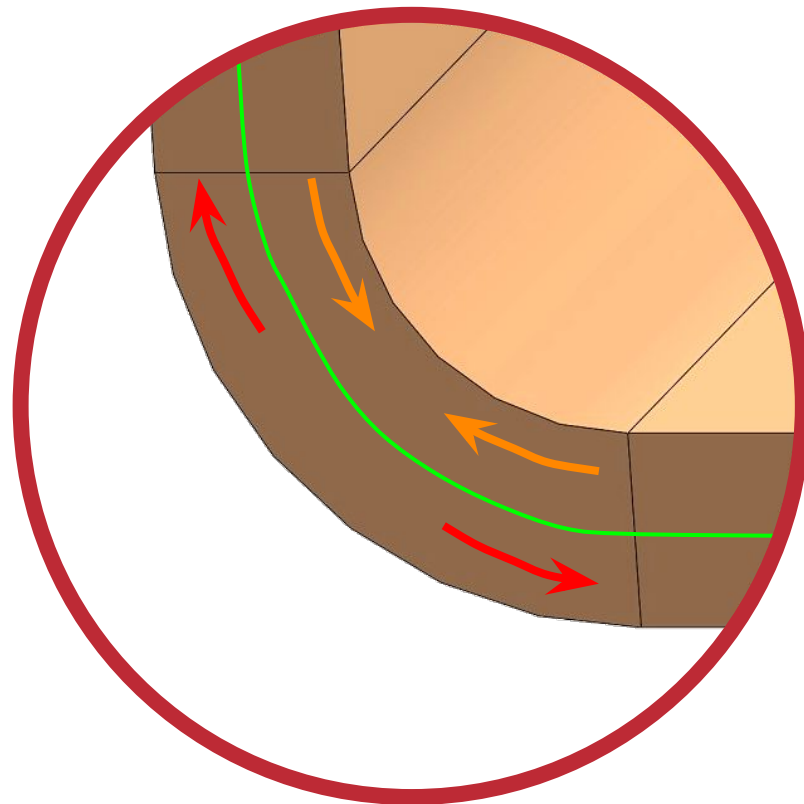
L'angle obtenu est appelé « **angle de pliage** ».



# Fibre neutre

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.

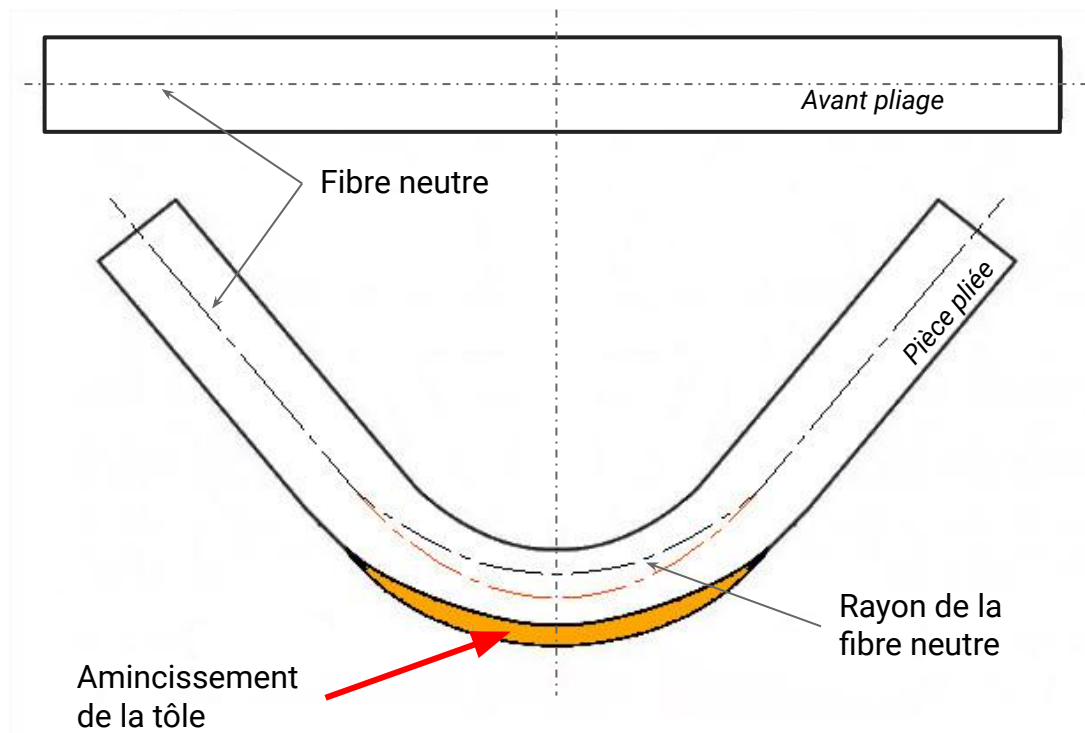
En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage.



# Fibre neutre

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.

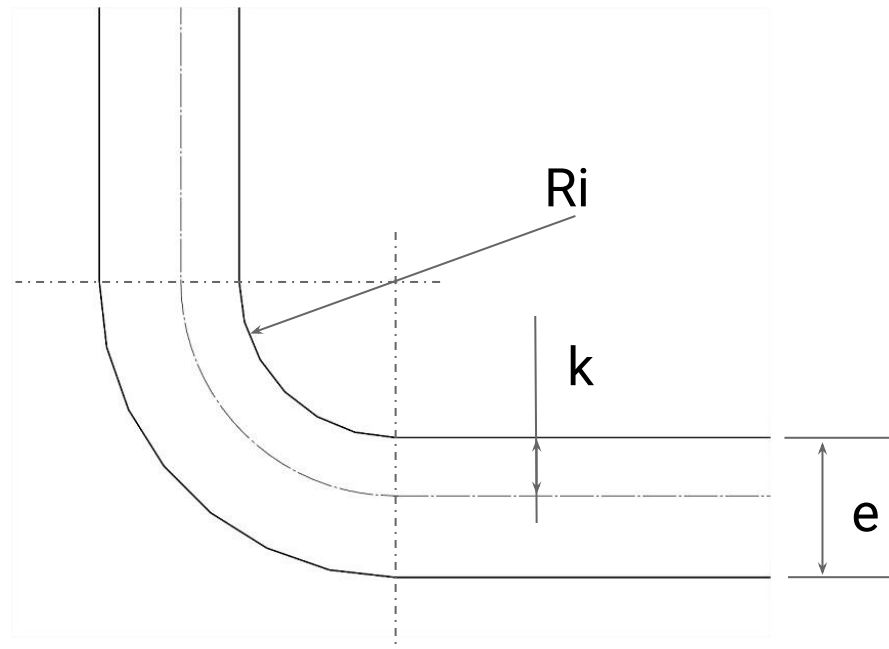


# Position de la fibre neutre

**Approximativement**, elle se situe à la distance “k” du **bord intérieur du pli**.

Suivant le rapport  $R_i/e$ , “k” varie comme suit:

Si “ $R_i / e$ ”	= environ 1	= environ 2	= environ 3
Alors k =	$e / 3$	$2e / 5$	$e / 2$
	$0.33 \times e$	$0.4 \times e$	$0.5 \times e$



# Exemple

Avec une tôle **épaisseur 3 mm**, si l'on fait le choix d'un **vé de 25 mm**, le **rayon intérieur Ri** est de 4.2 mm,

Le rapport  $Ri/e = 4.2 / 3 = 1.3$ mm (environ 1)

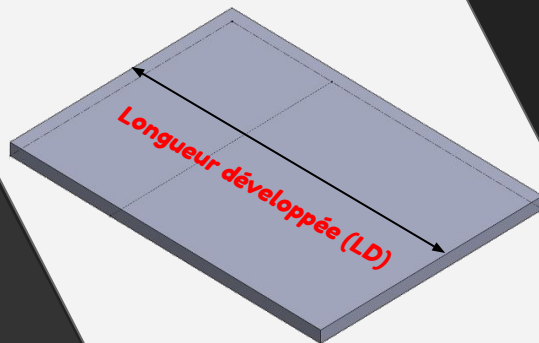
Si "Ri / e "	= environ 1	= environ 2	= environ 3
Alors a =	e/3	2 e / 5	e/2

La fibre de neutre se trouve à environ **1/3** de l'épaisseur.

**Pour les grands rayons de courbure  $Ri/e > 3$** , et en particulier dans le cas du roulage,  
la fibre neutre est au milieu.  $(0,5 \times e) \Rightarrow k = 0.5$

Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165
3	16	2,7	37,8	11	-0,5
3	20	3,3	30,3	14	-0,5
3	25	4,2	24,2	17,5	-0,5
3	32	5,3	18,9	22	-0,5
3	40	6,7	15,1	28	-0,5





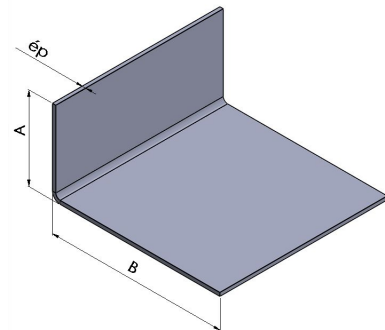
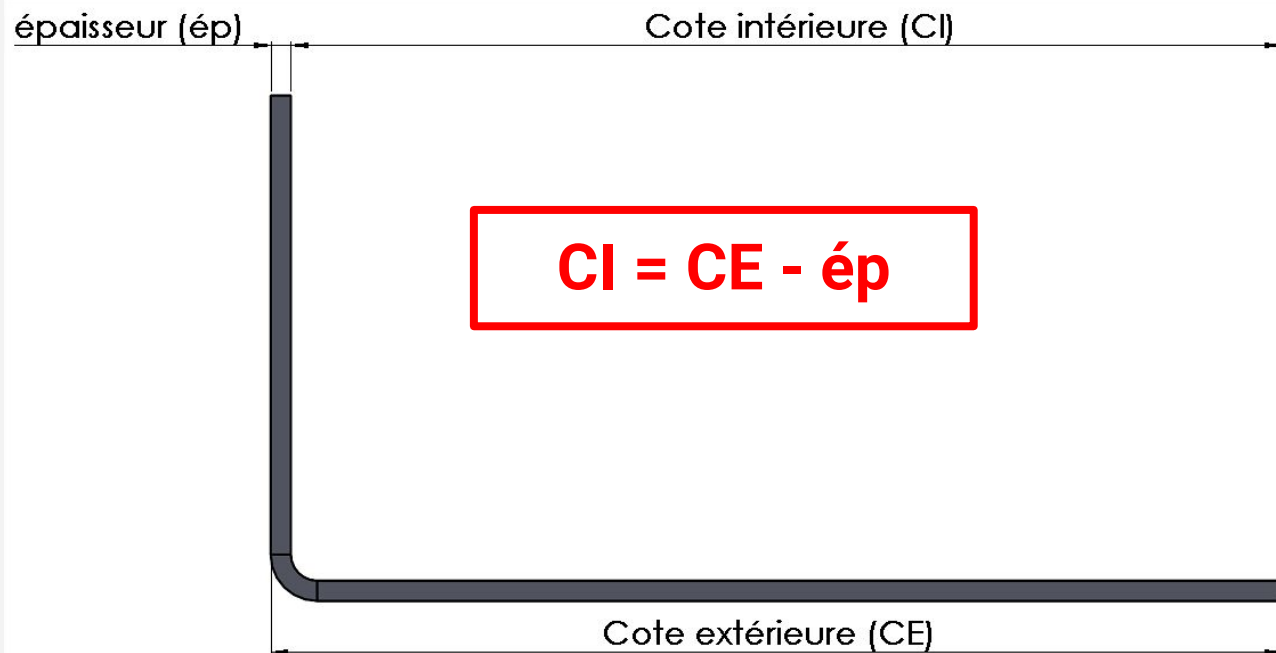
# 3-Longueur développée

La longueur développée peut être calculée de différentes manières :

- en utilisant la **méthode des cotes intérieures**
- en utilisant un **correcteur de pliage** qui tient compte de la déformation des fibres, et qui propose dans le calcul de la longueur développée d'ajouter un  $\Delta L$  (une perte au pli) **pour chaque pli**.

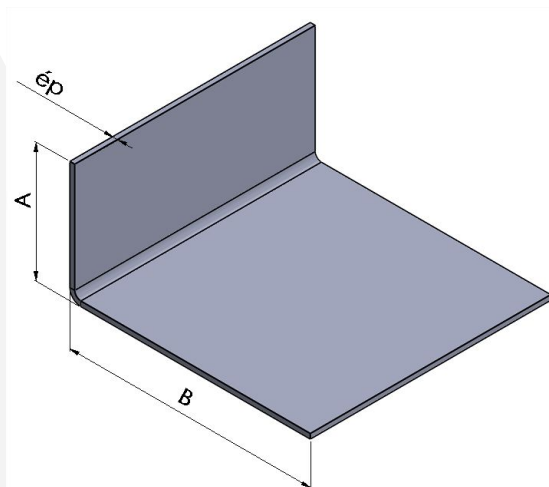
# Méthode des cotes intérieures

Pour rappel, pour passer d'une cote extérieure à une cote intérieure, il faut soustraire une épaisseur à cette cote extérieure.

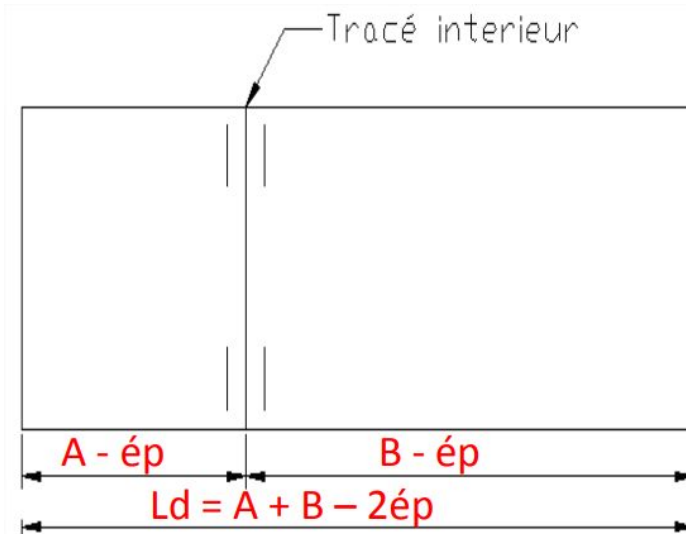


# Méthode des cotes intérieures

Elle consiste à ramener toutes les cotes fournies par le plan en cotes intérieures.



Attention cette méthode n'est valable qu'avec les tôles d'épaisseurs inférieures à 2 mm



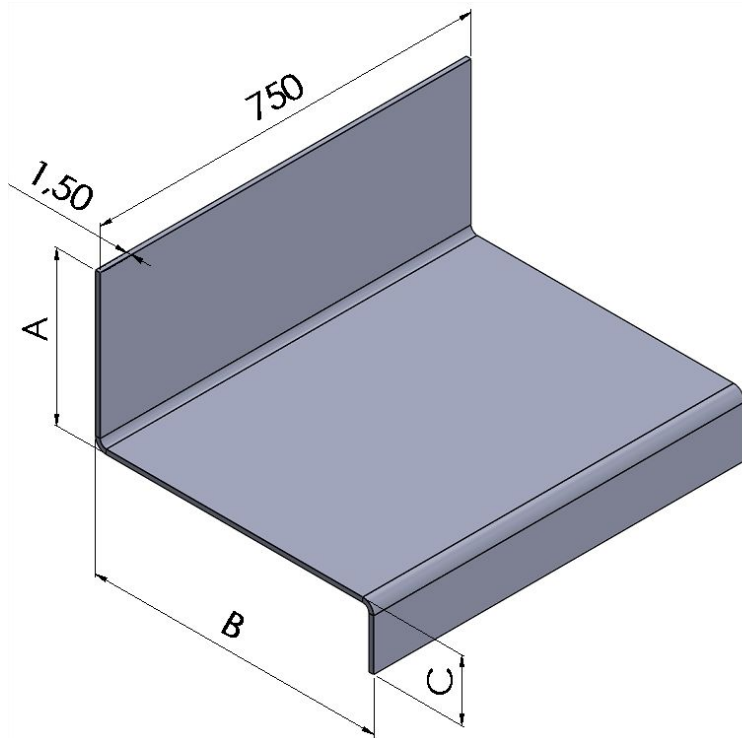
# Application : Méthode des cotes intérieures

On donne :

- le croquis de la tôle à plier (ci contre),
- l'épaisseur de tôle de 1,5 mm
- l'abaque de pliage,
- longueur de pliage de 750 mm

On demande :

- la force de pliage en KN ou en tonne/m :
- le rayon intérieur en mm
- le bord mini de pliage en mm
- l'ouverture du vé en mm
- la force de pliage pour la pièce à plier
- De remplir le premier croquis de façon littérale (sans chiffres ou valeurs).



# Application : Méthode des cotes intérieures

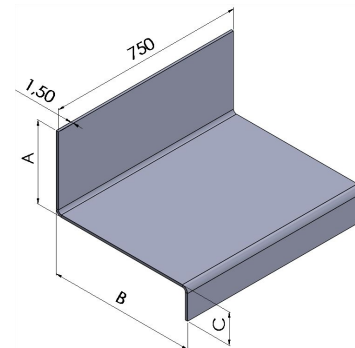
On donne :

- le croquis de la tôle à plier (ci contre),
- l'épaisseur de tôle de 1,5 mm
- l'abaque de pliage,
- longueur de pliage de 120 mm

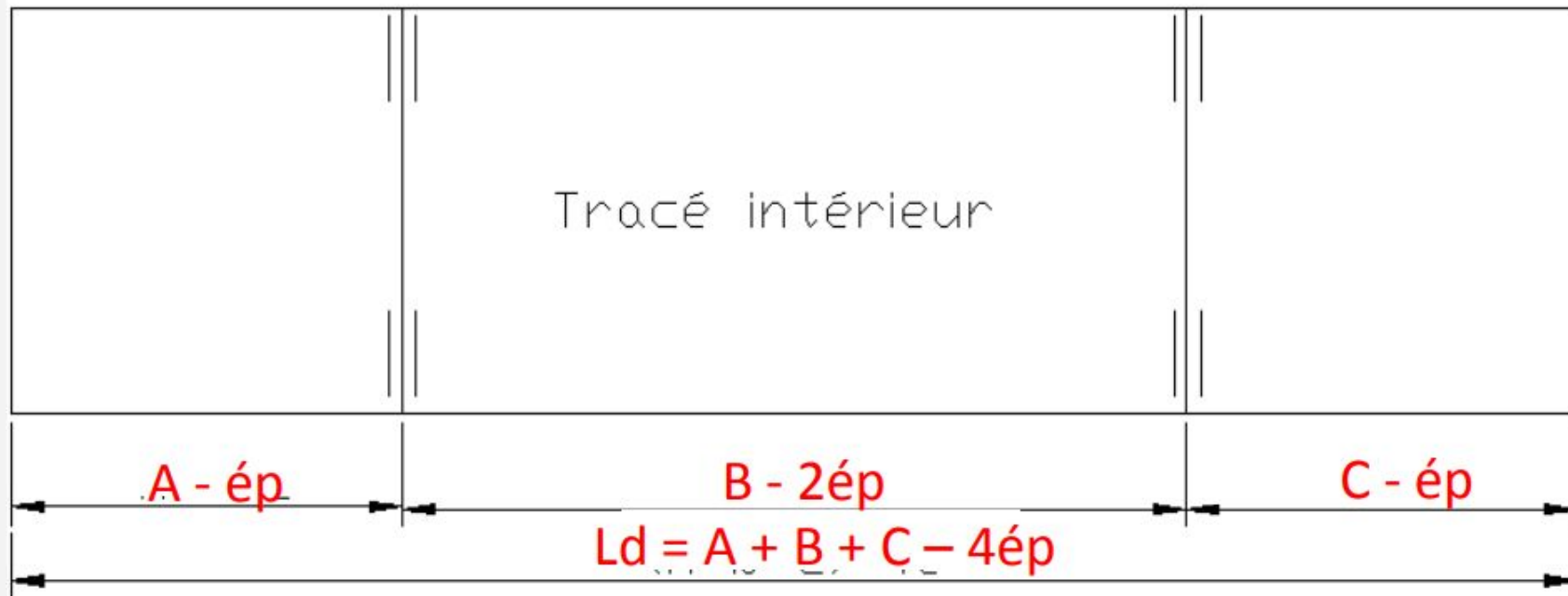
Ep	Vé	Ri	F t/m	b
1,5	10	1,7	15,1	7
1,5	12	2	12,6	8,5
1,5	16	2,7	9,5	11
1,5	20	3,3	7,6	14

On demande :

- la force de pliage en KN ou en tonne/m : **12.6 t/m**
- le rayon intérieur en mm: **2 mm**
- le bord mini de pliage : **8.5 mm**
- l'ouverture du vé en mm : **12 mm** ( $\approx 8 \times e$ )
- la force de pliage pour la pièce à plier :  
**12.6 t/m sur 750 mm  $\Rightarrow 12.6 \times 0.75 = 9.45$  t**
- De remplir le croquis suivant de façon littérale (sans chiffres ou valeurs, en conservant A, B et C).



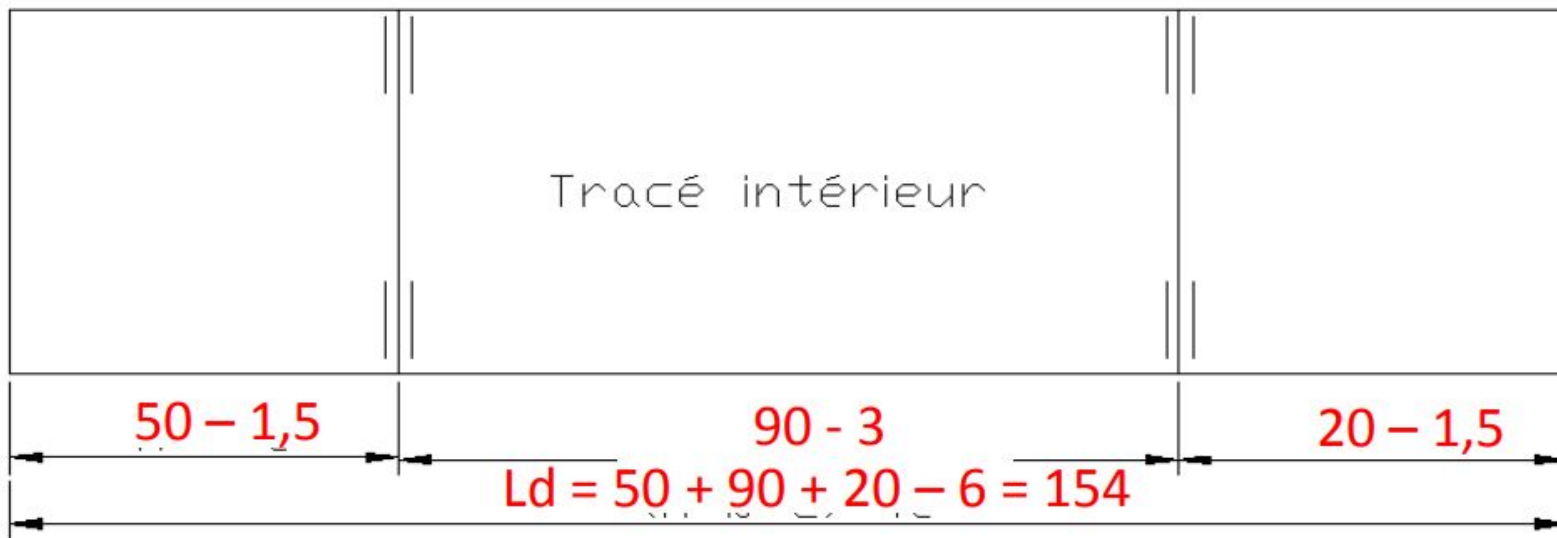
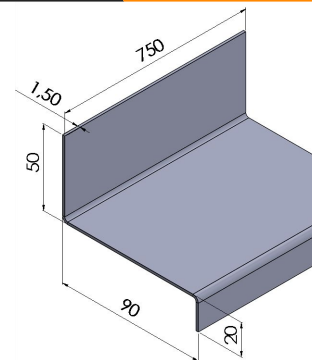
# Application : Méthode des cotes intérieures





# Application : Méthode des cotes intérieures

De remplir le second croquis avec les valeurs suivantes :  $A = 50$ ;  $B = 90$ ;  $C = 20$ ;  $E_p = 1,5$



# Perte au pli

Reprenons la pièce étudiée précédemment.

Il faut rechercher, dans le document "perte au pli", l'épaisseur à plier.

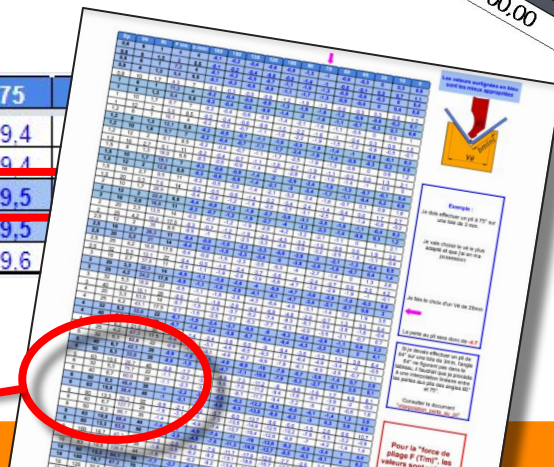
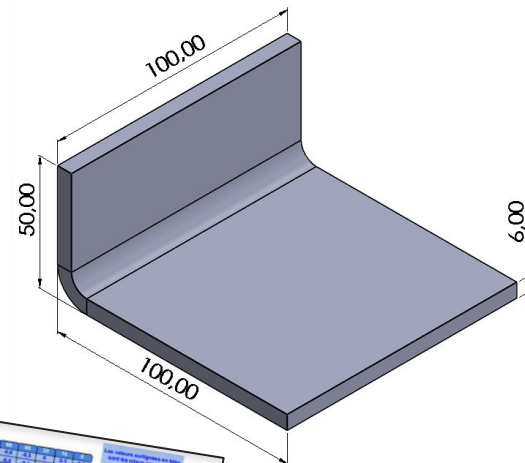
On a alors le choix entre plusieurs Vé, et l'on choisira celui qui se rapproche le plus de 8 fois l'épaisseur de la tôle à plier,

$$Vé \approx 8 \times Ep$$

Pour l'exemple :

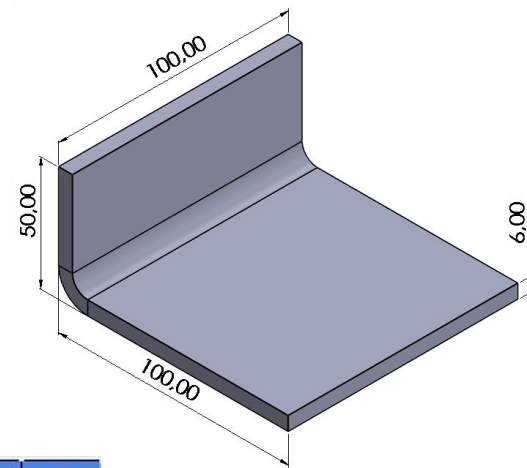
$6 \times 8 = 48$ , le Vé de 50 sera retenu (valeur surlignée)

Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165	150	135	120	105	90	75
6	32	5,3	75,7	22	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-7,9	-11,2	-9,4
6	40	6,7	60,6	28	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-8,1	-11,7	-9,4
6	50	8,3	48,4	35	-1	-2,2	-3,7	-5,6	-8,3	-12,2	-9,5
6	63	10,5	38,4	45	-1	-2,1	-3,6	-5,6	-8,5	-12,8	-9,5
6	80	13,3	30,3	55	-0,9	-2,1	-3,6	-5,7	-8,9	-13,7	-9,6



# Perte au pli

A l'intersection des deux lignes (vé et angle) on trouvera la valeur de correction à appliquer (**ne pas oublier son signe**).



Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	0
6	32	5,3	75,7	22	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-7,9	-9,2	-9,4	-7,6	-5,7	-3,9	-2	-0,2
6	40	6,7	60,6	28	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-8,7	-11,7	-9,4	-7,2	-5	-2,8	-0,6	1,6
6	50	8,3	48,4	35	-1	-2,2	-3,7	-5,6	-8,3	-12,2	-9,5	-6,8	-4,1	-1,4	1,2	3,9
6	63	10,5	38,4	45	-1	-2,1	-3,6	-5,6	-8,5	-12,8	-9,5	-6,3	-3	0,3	3,6	6,8
6	80	13,3	30,3	55	-0,9	-2,1	-3,6	-5,7	-8,9	-13,7	-9,6	-5,6	-1,5	2,6	6,6	10,7

# Perte au pli

Cette valeur que l'on appelle le  $\Delta L$  (prononcer Delta L) pour notre épaisseur de 3 mm est de **-12.2 mm**.

**NE PAS OUBLIER LE SIGNE ...!!!**

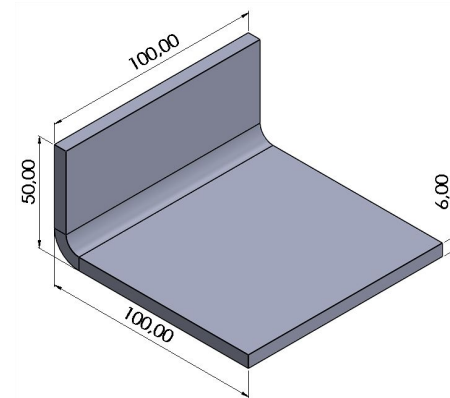
La longueur développée avec cette méthode est la suivante :

**$LD = \sum \text{des cotes extérieures} + \text{un } \Delta L \text{ pour chaque pli}$**

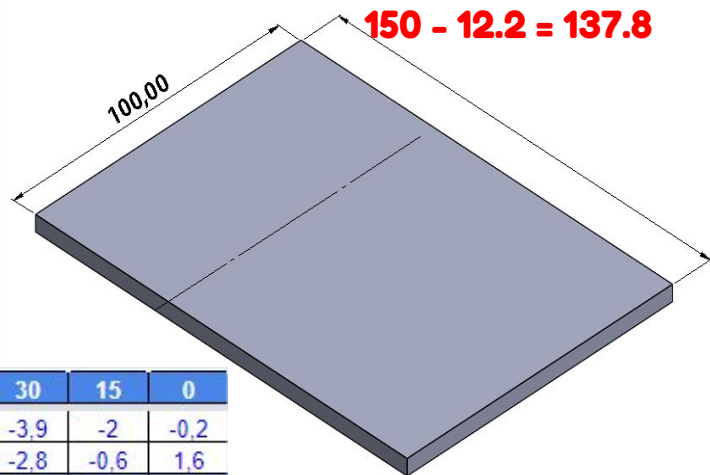
La cote de traçage (ou butée x) sera la suivante :

**$x = \text{la cote extérieure} + \text{un } \Delta L/2$**

Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	0
6	32	5,3	75,7	22	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-7,9	-10,2	-12,4	-14,6	-16,8	-19,0	-21,2	-23,4
6	40	6,7	60,6	28	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-8,5	-11,7	-14,9	-18,1	-21,3	-24,5	-27,7	-30,9
6	50	8,3	48,4	35	-1	-2,2	-3,7	-5,6	-8,3	-12,2	-16,1	-20,0	-23,9	-27,8	-31,7	-35,6
6	63	10,5	38,4	45	-1	-2,1	-3,6	-5,6	-8,5	-12,8	-17,1	-21,4	-25,7	-30,0	-34,3	-38,6
6	80	13,3	30,3	55	-0,9	-2,1	-3,6	-5,7	-8,9	-13,7	-18,5	-23,3	-28,1	-32,9	-37,7	-42,5



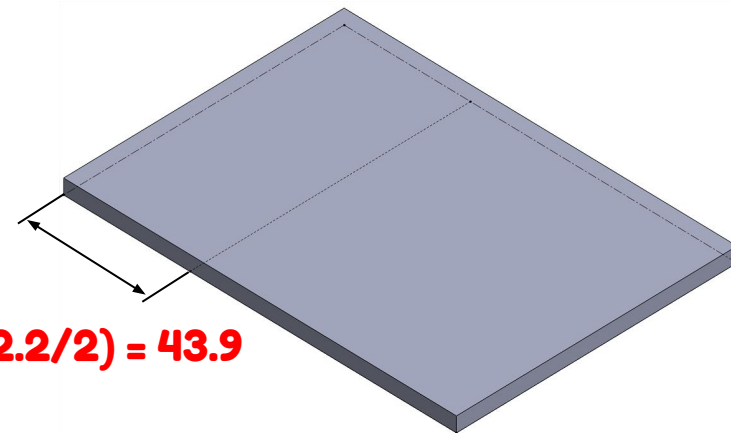
$$\begin{aligned}
 LD &= \sum \text{des cotes extérieures} + \text{un } \Delta L \text{ pour chaque pli} \\
 &= 100 + 50 + (-12.2) \\
 &= 137.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	0
6	32	5,3	75,7	22	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-7,9	-10,2	-12,4	-14,6	-16,8	-19,0	-21,2	-23,4
6	40	6,7	60,6	28	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-8,7	-11,7	-14,4	-17,2	-19,9	-22,6	-25,3	-28,0
6	50	8,3	48,4	35	-1	-2,2	-3,7	-5,6	-8,3	-12,2	-9,5	-6,8	-4,1	-1,4	1,2	3,9
6	63	10,5	38,4	45	-1	-2,1	-3,6	-5,6	-8,5	-12,8	-9,5	-6,3	-3	0,3	3,6	6,8
6	80	13,3	30,3	55	-0,9	-2,1	-3,6	-5,7	-8,9	-13,7	-9,6	-5,6	-1,5	2,6	6,6	10,7

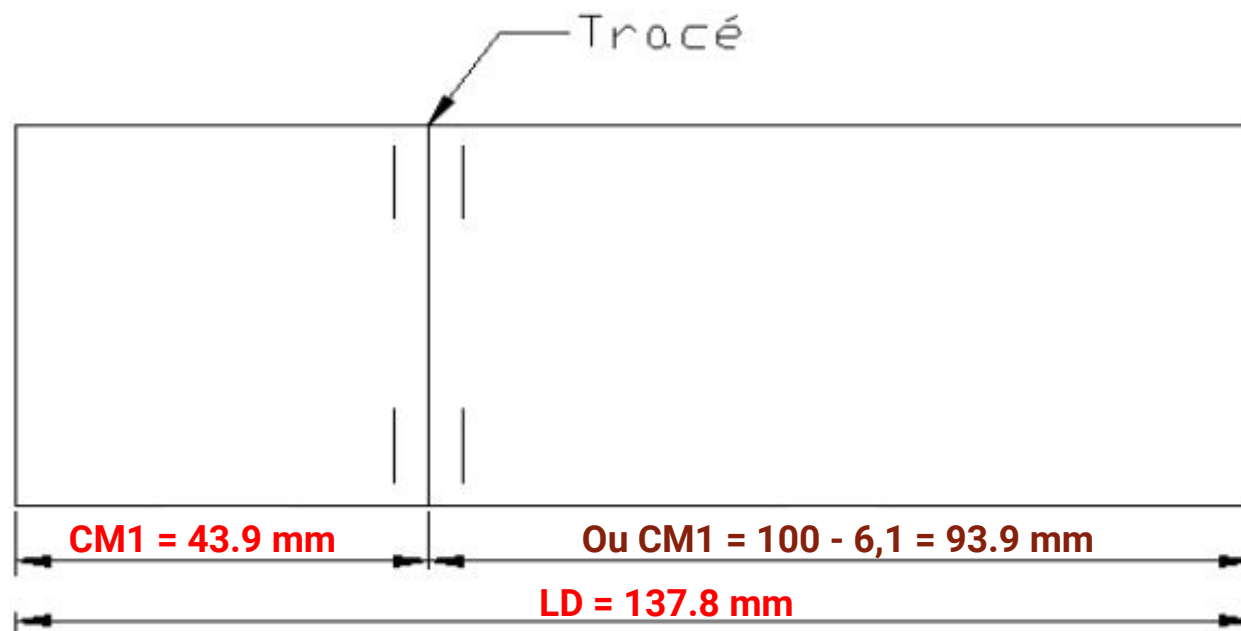
# Cote machine (cote x)

$$\begin{aligned}
 x &= \text{la cote extérieure} + \text{un } \Delta L/2 \\
 &= 50 + (-12.2 / 2) \\
 &= 50 - 6.1 \\
 &= 43.9 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$50 - (12.2/2) = 43.9$$

Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	0
6	32	5,3	75,7	22	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-7,9	-10,2	-12,4	-14,6	-16,8	-19,0	-21,2	-23,4
6	40	6,7	60,6	28	-1,1	-2,3	-3,7	-5,5	-8,7	-11,7	-14,4	-17,2	-19,9	-22,6	-25,3	-28,0
6	50	8,3	48,4	35	-1	-2,2	-3,7	-5,6	-8,3	-12,2	-9,5	-6,8	-4,1	-1,4	1,2	3,9
6	63	10,5	38,4	45	-1	-2,1	-3,6	-5,6	-8,5	-12,8	-9,5	-6,3	-3	0,3	3,6	6,8
6	80	13,3	30,3	55	-0,9	-2,1	-3,6	-5,7	-8,9	-13,7	-9,6	-5,6	-1,5	2,6	6,6	10,7





# Application

Dans le cas de plusieurs plis successifs, la méthode va différer un peu.

La méthode de calcul de la longueur développée ne change pas :

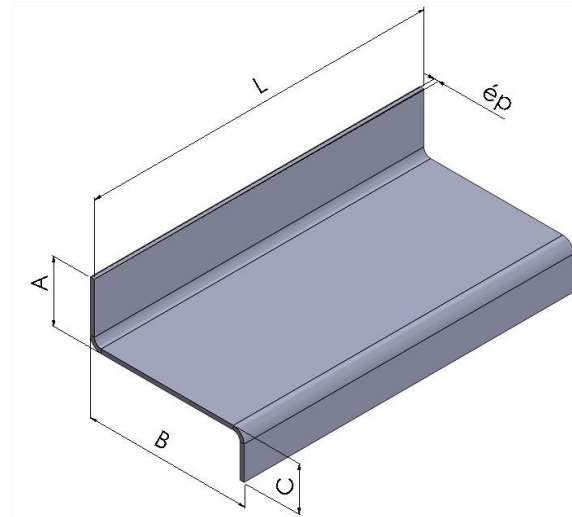
$$LD = A + B + C + (2 \times \Delta L)$$

La méthode de calcul des  $C_m$  varie :

$$Cm1 = A + 1/2 \Delta L + (L + B)$$

$$Cm2 = A + \Delta L + B + 1/2 \Delta L$$

Et ainsi de suite s'il y avait eu d'autres plis.

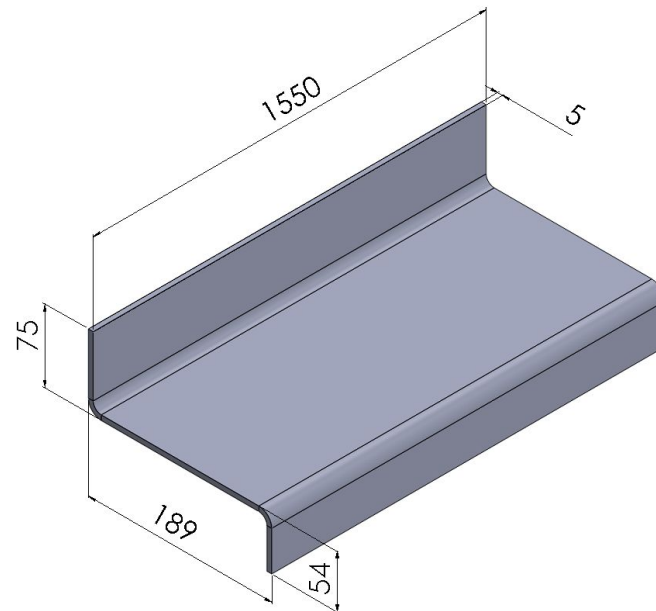


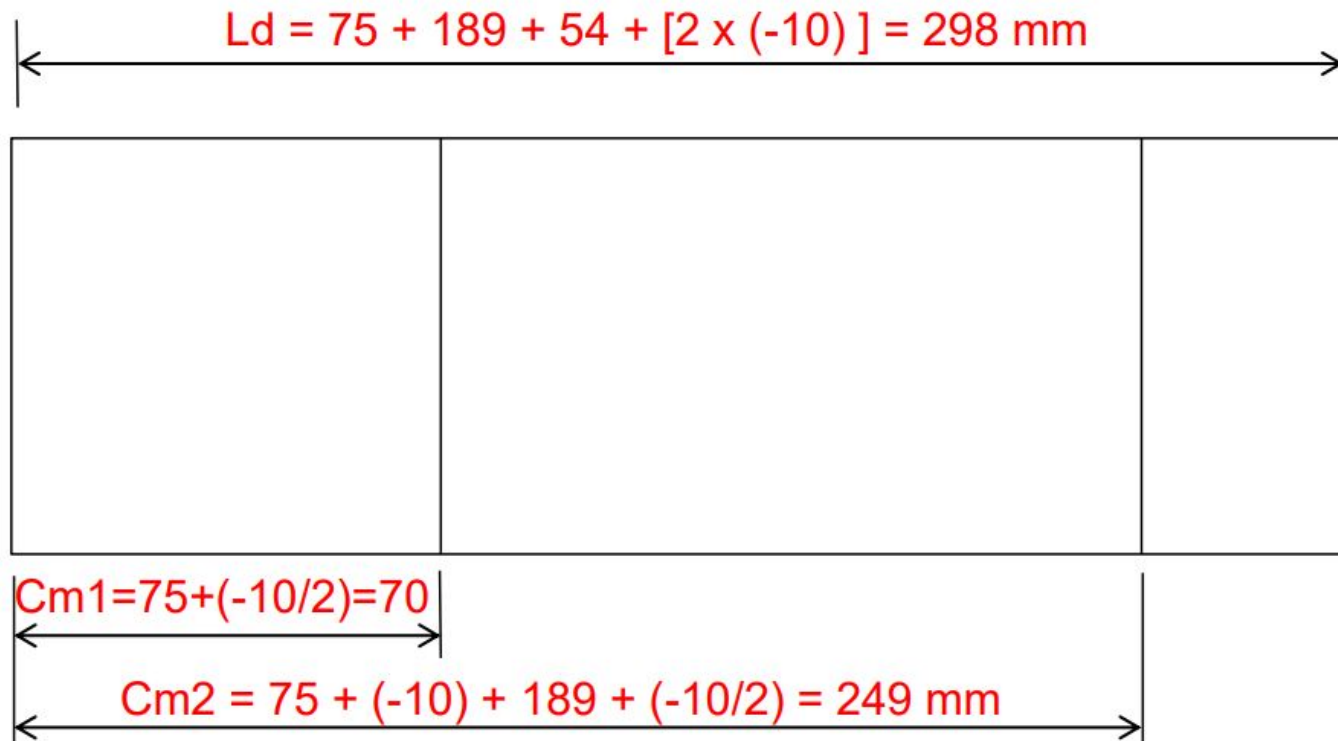
### On donne :

- l'épaisseur de tôle de 5mm
- longueur de pliage de  $L = 1550\text{mm}$
- $A=75$   $B = 189$   $C = 54$   $E_p = 5$

### On demande :

- la force de pliage en Kn ou en tonne/m **33,6 t/m**
- le rayon intérieur en mm **8,3 mm**
- le bord mini de pliage en mm **35 mm**
- l'ouverture du vé en mm **50 mm**
- la force de pliage pour la pièce à plier en tonnes **52.08 t**
- Valeur du  $\Delta L$  pour  $90^\circ$  **-10 mm**
- De remplir le croquis ci - dessous.





# La feuille "k factor"

Ep (mm)	5	F (t/m)	33,6	Delta L (mm)	-10,6	Matière	S235	Longueur à plier (mm)	1000	F utile (tonnes)	33,60																				
Vé (mm)	50	bmini (mm)	35	k= (%)	0,377183																										
Ri (mm)	8,3	Angle (°)	90																												
Ep	Vé	Ri	F t/m	b mini	1	1	180	170	165	155	150	140	135	125	120	110	105	95	90	80	75	65	60	50	45	35	30	20	15	5	0
																			<input checked="" type="checkbox"/>												
3	32	5,3	18,9	22			0	-0,33	-0,5	-0,90	-1,1	-1,57	-1,8	-2,47	-2,8	-3,80	-4,3	-5,70	-6,4	-5,33	-4,8	-3,67	-3,1	-1,4	-0,33	0,2	1,33	1,9	2,97	3,5	
3	40	6,7	15,1	28			0	-0,33	-0,5	-0,83	-1	-1,53	-1,8	-2,53	-2,9	-3,90	-4,4	-6,00	-6,4	-4,8	-3,47	-2,8	-1,7	0,63	1,3	2,63	3,3	4,70	5,4		
4	20	3,3	53,8	14			0	-0,47	-0,7	-1,23	-1,5	-2,17	-2,5	-3,30	-3,7	-4,70	-5,2	-6,67	-7,1	-6,3	-5,50	-5,1	-4	-3,17	-2,8	-2,00	-1,6	-0,80	-0,4		
4	25	4,2	43,1	17,5			0	-0,47	-0,7	-1,23	-1,5	-2,17	-2,5	-3,30	-3,7	-4,70	-5,3	-6,90	-7,1	-6,3	-5,37	-4,9	-3	2,57	-2,1	-1,17	-0,7	0,23	0,7		
4	32	5,3	33,6	22			0	-0,47	-0,7	-1,23	-1,5	-2,17	-2,5	-3,30	-3,7	-4,90	-5,5	-7,17	-8	-6,87	-6,3	-5,17	-4,6	-3	1,70	-1,1	0,03	0,6	1,73	2,3	
4	40	6,7	26,9	28			0	-0,47	-0,7	-1,17	-1,4	-2,07	-2,4	-3,33	-3,8	-5,07	-5,7	-7,50	-8,4	-7,07	-6,4	-5,00	-4,3	-2	1,30	2	3,40	4,1			
4	50	8,3	21,5	35			0	-0,40	-0,6	-1,13	-1,4	-2,07	-2,4	-3,33	-3,8	-5,20	-5,9	-7,97	-9	-7,27	-6,4	-4,67									
5	25	4,2	67,3	17,5			0	-0,60	-0,9	-1,57	-1,9	-2,70	-3,1	-4,10	-4,6	-5,87	-6,5	-8,37	-9,3	-8,30	-7,8	-6,87									
5	32	5,3	52,6	22			0	-0,60	-0,9	-1,57	-1,9	-2,70	-3,1	-4,10	-4,6	-6,00	-6,7	-8,63	-9,6	-8,47	-7,9	-6,70									
5	40	6,7	42,1	28			0	-0,60	-0,9	-1,50	-1,8	-2,67	-3,1	-4,10	-4,6	-6,13	-6,9	-8,97	-10	-8,60	-7,9	-6,43									
5	50	8,3	33,6	35			0	-0,53	-0,8	-1,47	-1,8	-2,60	-3	-4,13	-4,7	-6,30	-7,1	-9,43	-10,6	-8,80	-7,9	-6,17									
5	60	10,3	26,7	45			0	-0,53	-0,8	-1,40	-1,7	-2,57	-3	-4,20	-4,8	-6,47	-7,3	-9,90	-11,2	-9,07	-8	-5,87									
6	32	5,3	75,7	22			0	-0,73	-1,1	-1,90	-2,3	-3,23	-3,7	-4,90	-5,5	-7,10	-7,9	-10,10	-11,2	-10,00	-9,4	-8,20									
6	40	6,7	60,6	28			0	-0,73	-1,1	-1,90	-2,3	-3,23	-3,7	-4,90	-5,5	-7,23	-8,1	-10,50	-11,7	-10,17	-9,4	-7,93									
6	50	8,3	48,4	35			0	-0,67	-1	-1,80	-2,2	-3,20	-3,7	-4,87	-5,6	-7,40	-8,3	-10,80	-12,0	-10,40	-9,5	-7,70									

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ministère  
É  
ÉDUSCOL

1

2

Les valeurs angulaires en **rouge** peuvent être modifiées.

Ne pas modifier les valeurs blanches

2

1

Les valeurs angulaires en **rouge** peuvent être modifiées.

Ne pas modifier les valeurs blanches



## ANDROID facteur k

Scanner le QRCode pour télécharger  
l'application Android





*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ministère  
éducation  
nationale



# édUSCOL

Sciences et Techniques Industrielles  
Portail national de ressources

<https://eduscol.education.fr/sti/>



Lycée de l'Europe  
Dunkerque