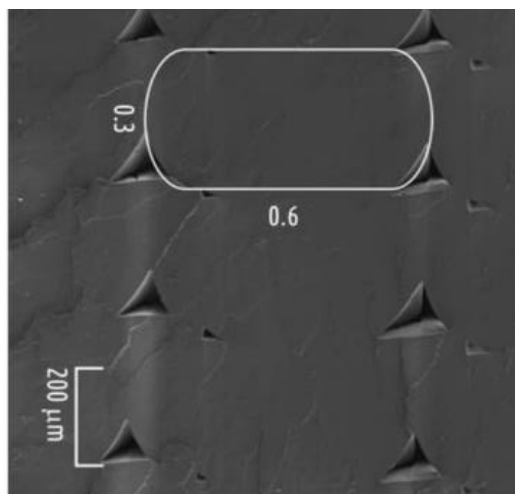


# Attention aux Tutos sur la calibration du débit

On trouve sur le web et sur YouTube beaucoup de Tutos relatif à la calibration du débit qui utilise la méthode du cube extrudé en mode Vase (donc un contour) et cette méthode est utilisé comme référence universelle pour calibrer son débit quelque soit son imprimante ou son Slicer. On se refille donc le tuyau et la solution à utiliser comme parole d'évangile. Or, dans la plupart des cas le Slicer n'est jamais mentionné et l'on vous indique que tous ont un paramètre qui permettra de régler le débit, sous-entendu ceci est valable dans tous les cas. Vous verrez que simplement il va s'appeler Débit, ou Multiplicateur d'extrusion ou Débit de remplissage... Sauf que, tous ces « experts » oublient une chose fondamentale : c'est que chaque Slicer n'utilise pas la même méthode pour calculer ses largeurs de ligne. Ce document est donc là pour essayer de vous expliquer la spécificité de Cura et pourquoi ces méthodes ne sont pas adaptées à votre Slicer.

## Le cas Cura

Cura utilise une modélisation du cordon assez simpliste et considère sa section comme rectangulaire. Il n'y a aucun calcul de recouvrement entre les cordons. Donc prenons pour exemple des dimensions classiques de largeur 0.4 et hauteur 0.2. Le slicer va placer des cordons adjacents tous les 0,4 mm. Comme effectivement il n'est pas possible d'extruder une section rectangulaire mais plutôt quelque chose de rectangulaire avec des demi-disques ou des demi-ellipses sur les côtés (Figure 1), ces demi-disques vont fusionner entre deux cordons.



*Figure 1 Micrographie d'un cordon*

Pas de problème jusque-là. Là où ça se complique c'est sur les parties extérieures où effectivement on va avoir le demi-disque. Celui-ci n'est pas pris en compte par Cura mais on peut avoir une estimation de sa dimension.

Pour obtenir le calcul, on va considérer que notre cordon de section rectangulaire va se transformer en un oblong (ceci est bien évidemment une approximation de la réalité ou la hauteur d'extrusion, les recouvrements etc vont influencer la forme exacte des cordons). Les parties en Jaune sur l'image ci-dessous vont « déborder » pour former les parties Bleues (Voir image ci-dessous).



Figure 2 Cordon théorique/réel

Passons le détail du calcul, l'épaisseur finale d'une impression devrait donc être assez proche de la formule suivante :  $n * l + h \times (1 - \frac{\pi}{4})$ , avec  $n$  le nombre de cordons. Donc pour une couche modélisée de 0.4 (avec  $l$  0.4,  $h$  0.2), il faut s'attendre à une épaisseur en sortie d'impression de 0.44 ; pour 0.8, 0.84.

C'est pour cette raison d'ailleurs que les tutos de calibration de débit sont complètement faussés. En essayant par exemple de ramener la largeur de cordon à 0.4 par rapport au 0.44 réel, utiliser un seul cordon reviendra à utiliser un débit à 90%, avec deux cordons un débit à 95%. Alors qu'il n'y a aucune raison d'être éloigné des 100% si la calibration des Esteps a bien été réalisé (Un autre sujet de discorde) et très rarement une raison d'être à autre chose que 100%.

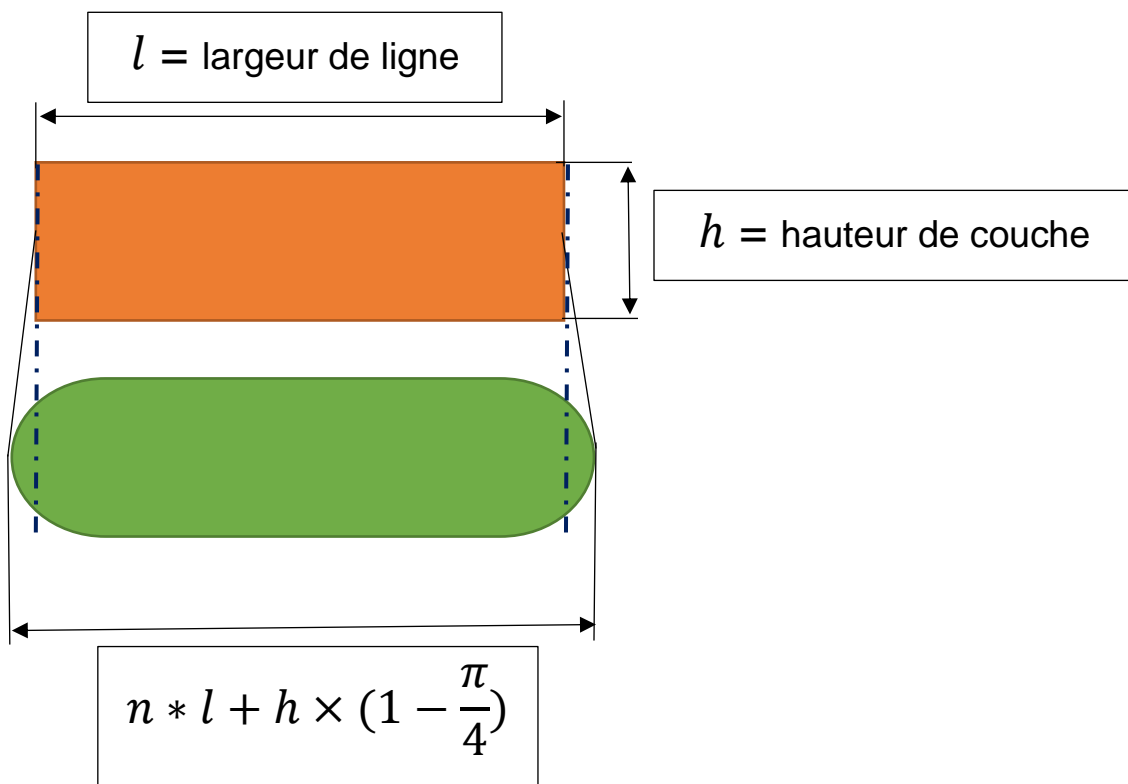


Figure 3 Formule de calcul des largeurs des cordons

Les autres Slicers utilisent des méthodes différentes, par exemple dans le cas de PrusaSlicer la largeur d'extrusion indiqué est basée sur une forme du cordon plus juste et par défaut ce n'est pas 0.4 que vous aurez mais 0.45.

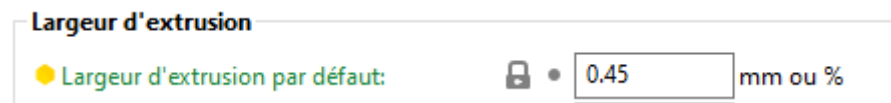


Figure 4 Largeur d'extrusion sous PrusaSlicer

Car le calcul du débit utilise la « bonne » notion :

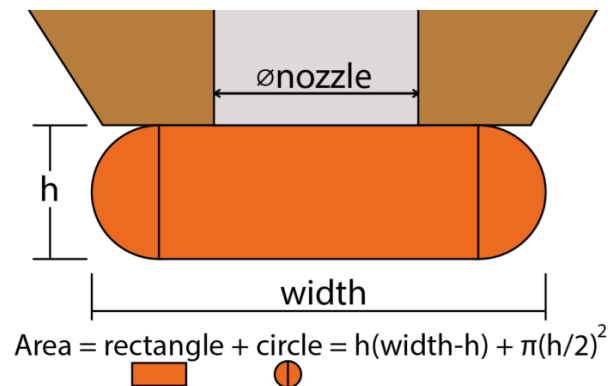


Figure 5 Image PrusaSlicer ou Slic3r

Dans ce cas on peut considérer que le Tuto qui vous indique d'utiliser un seul cordon est juste car nous avons déjà au départ la bonne information. **Ce qui n'est pas le cas avec Cura.**

Si vous n'êtes pas convaincu vous pourrez faire un test assez simple. Réalisé le cube exemple buse de 0.4, 1 contour épaisseur de couche 0.2 et débit à 100% (de préférence vos ESteps bien réglé). Et vous devriez trouver une largeur finale proche des 0.44 mm



Figure 6 Résultat 100% Cura

Vous pouvez aussi télécharger PrusaSlicer autre logiciel Libre et faire le même test. Dans ce cas la largeur de ligne sera par défaut de 0.45.



Figure 7 Résultat PrusaSlicer

Dans le cas de PrusaSlicer le résultat est plus « Proche » de ce qui est annoncé dans le logiciel. Mais, en réalité ce sont presque les même extrusions (0.44 sous Cura) à 0.2 de hauteur.

## Hauteur des couches : un paramètre important

Donc comme vous avez pu le voir la notion de hauteur de couche rentre en compte dans le calcul de la largeur des cordons. Dans PrusaSlicer par exemple en changeant la hauteur des couches l'interface du logiciel va vous indiquer le résultat sur la largeur des cordons et les épaisseurs minimales pour les parois fines.

**Hauteur de couche**

● Hauteur de couche:  mm

● Hauteur de la première couche:  mm ou %

**Parois verticales**

● Périmètres:  (minimum)

● Mode de vase spirale: ☐

Épaisseur des parois fines de l'objet recommandée pour la hauteur de couche 0.20 et 2 lignes : 0.86 mm , 4 lignes : 1.67 mm

**Hauteur de couche**

● Hauteur de couche:  mm

● Hauteur de la première couche:  mm ou %

**Parois verticales**

● Périmètres:  (minimum)

● Mode de vase spirale: ☐

Épaisseur des parois fines de l'objet recommandée pour la hauteur de couche 0.12 et 2 lignes : 0.87 mm , 4 lignes : 1.72 mm

Figure 8 Indication dans PrusaSlicer

Avec Cura c'est la même chose. Si vous faites toujours votre test en faisant varier cette fois la hauteur des couches et sans faire varier votre débit vous devriez voir apparaitre une variation de la largeur obtenue en fonction de la hauteur des couches (Figure 9).

Hauteur de couche	Nombre ligne	Largeur programmé	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Mesure	Largeur obtenue buse 0	Largeur théorique n°L+H*(1-P)/4
0.08	1	0.4	0.41	0.42	0.41	0.4	0.42	0.43	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	
0.12	1	0.4	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	
0.16	1	0.4	0.44	0.44	0.43	0.43	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	
0.2	1	0.4	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.45	0.45	0.44	0.45	0.45	0.44	
0.28	1	0.4	0.45	0.46	0.44	0.45	0.45	0.46	0.45	0.46	0.45	0.45	0.46	
0.32	1	0.4	0.46	0.46	0.44	0.46	0.45	0.47	0.44	0.45	0.45	0.45	0.47	

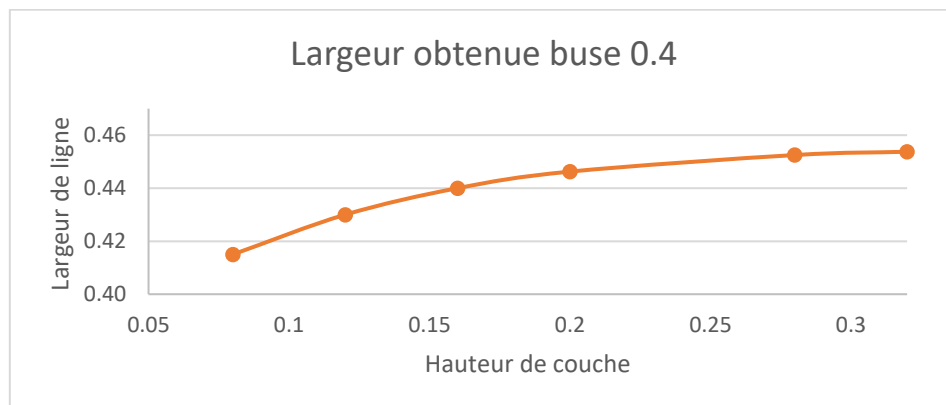


Figure 9 Résultat expérimental largeur de cordon/hauteur de couche

## Conséquence de la calibration

Si vous cherchez donc à calibrer sur une largeur de cordon votre débit vous allez donc ramener votre largeur de cordon au 0.4 mm programmé. Comme indiqué il est d'ailleurs probable que vous obteniez :

1 cordon => 90% de débit

2 cordons => 95% de débit



Figure 10 Débit à 90% sur un cordon

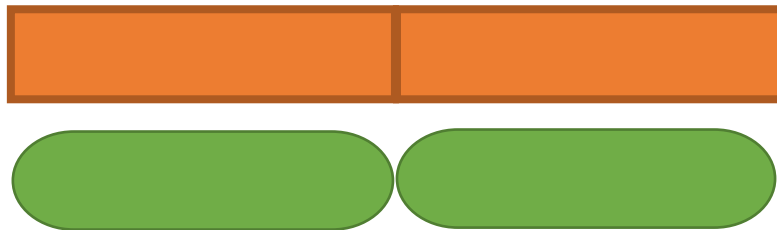
Pour la largeur vous serez bon. Mais qu'en est-il pour le recouvrement des contours ? Comme on l'a dit Cura considère que les sections générées sont des rectangles parfaits, la forme réelle des cordons va naturellement assurer le recouvrement et la cohésion des cordons (Figure 11).





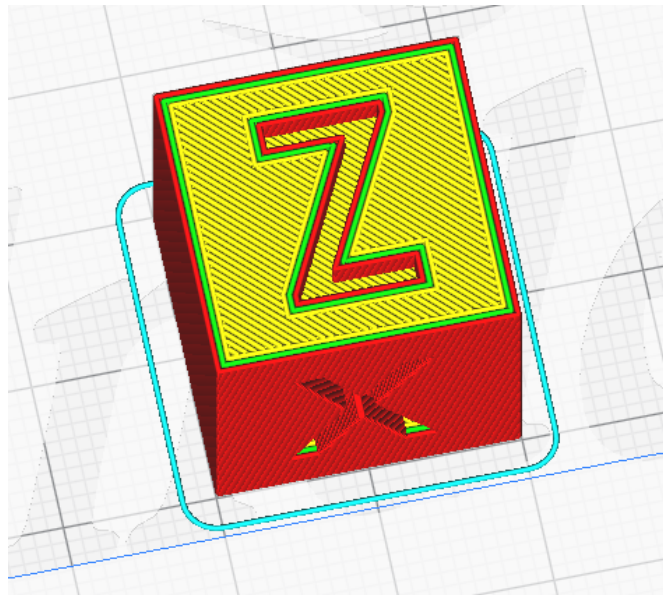
*Figure 11 Liaison entre les cordons.*

En calibrant votre largeur de cordon sur la largeur théorique de Cura, le logiciel ne va pas pour autant changer la distance interligne, vous n'obtenez alors plus la liaison entre les cordons (Figure 12).



*Figure 12 Liaison entre les cordons après calibration sur la largeur théorique.*

Pas convaincu ? on va faire un petit test en utilisant le Cube de calibration.



*Figure 13 Cube de calibration XYZ dans Cura*

Au départ on va imprimer un cubeXYZ avec un débit à 100% pour comparaison.



Figure 14 Cube 100%

On va ensuite imprimer un cube avec un seul contour et calibrer le débit avec ce résultat.

Hauteur de couche	Nombre ligne	Largeur programmée	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4	Mesure 5	Mesure 6	Mesure 7	Mesure 8	Largeur obtenue buse 0.4	Largeur théorique	Debit
0.2	1	0.4	0.43	0.43	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	90%



Figure 15 Largeur 0.44 à 100%

Largeur mesurée sur une moyenne de 8 mesures = 0.44

Largeur attendue = 0.4

$$\frac{0.4}{0.44} = 90\%$$

On obtient un débit à appliquer de 90% tient comme c'est bizarre ?

Un nouveau cube avec 1 contour et cette fois à 90% de débit (Figure 16) Permet de valider la bonne prise en compte du réglage.

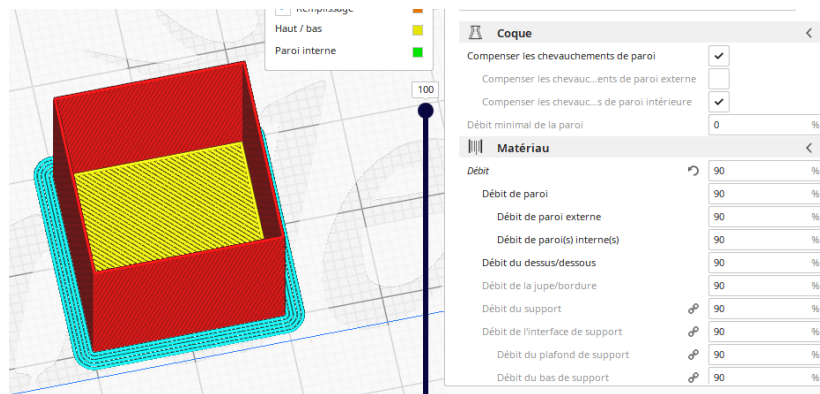


Figure 16 Programmation à 90% de débit

En largeur sur le cube nous obtenons effectivement une largeur de 0.4mm.



Figure 17 Largeur à 0.4 mm

Le Cube XYZ est lui imprimé avec les mêmes paramètres.





*Figure 18 Cube XYZ 90%*

On peut voir que les liaisons entre les contours ne sont plus aussi bonnes. Des espaces apparaissent entre chaque cordons.

## Comment calibrer son débit

Donc si vous souhaitez calibrer votre débit avec Cura, mon conseil est le suivant :

Sois-vous utilisez la méthode du cube mais en ne mesurant pas un contour mais **au minimum 3 contours voir 4 contours**. Dans ce cas vous devriez avoir un écart de 2% pour être à 98%.

Ou alors utiliser la formule de calcul de la largeur théorique de vos cordons et de vous étalonner sur cette valeur.

Et mon dernier conseil méfiez vous des tutos. C'est souvent une source d'informations intéressante mais à toujours valider par vos propres expérimentations ou autres sources d'informations.