

## Le Guide Ultime du Paramétrage en Impression 3D : Chapitre 1

### Règle n°1 :

Il ne faut pas éteindre ou débrancher votre imprimante tout de suite à la fin d'une impression, il faut attendre que le ventilateur de la tête chauffante s'arrête.

### Règle n°2 :

L'épaisseur de couche maximale sera de 80% du diamètre de buse.

### Règle n°3 :

L'épaisseur minimale de la première couche sera de 0.2mm (mais attention à la règle n°2).

### Règle n°4 :

Tant qu'on est pas expert en impression 3D, la largeur de cordon doit être au minimum le diamètre de la buse.

### Règle n°5 :

Tant qu'on est pas expert en impression 3D, la largeur de cordon doit être idéalement le double de la hauteur de couche (mais attention à la règle n°4).

### Caractérisation des hauteurs de couches et valeurs numériques :

- Une hauteur de **0.33mm** correspond à une **impression rapide**, on privilégie la vitesse. Les stries seront très visibles.
- Une hauteur de **entre 0.2 et 0.25mm** correspond à une recherche de **compromis entre vitesse et aspect**. Temps d'impression raisonnable et aspect très correct.
- Une hauteur de **0.1mm** correspond à une **impression fine**. Durée importante mais stries très atténuées.

### Priorité des règles :

- Quand deux règles sont en contradiction une fois qu'on a fait les calculs, celle qui a le plus petit numéro est prioritaire.
- La règle n°2 est prioritaire sur la règle n°3.
- La règle n°4 est prioritaire sur la règle n°5.

## Tableau d'exemples numériques :

<b>Diamètre de buse</b>	0.6mm	0.4mm	0.4mm	0.4mm	0.2mm
<b>Hauteur de couche maxi - règle n°2</b>	0.48mm (0.8 x Ø buse)	0.33mm (0.8 x Ø buse)			0.16mm (0.8 x Ø buse)
<b>Première couche maxi - règle n°2</b>					
<b>Première couche mini - règle n°3</b>	0.2mm	0.2mm			0.16mm (la règle n°2 est prioritaire sur la n°3)
<b>Hauteur de couche choisie H</b>	0.4mm	0.33mm	0.25mm	0.1mm	0.1mm
<b>Largeur de cordon mini - règle n°4</b>	0.6mm (Ø buse)	0.4mm (Ø buse)			0.2mm (Ø buse)
<b>Largeur de cordon "idéale" - règle n°5</b>	0.8mm (2 x H)	0.66mm (2 x H)	0.5mm (2 x H)	0.4mm (Ø buse) (la règle n°4 est prioritaire sur la n°5)	0.2mm (2 x H)

Les pages ci-dessus constituent la synthèse d'une vidéo et d'un article :

- Vidéo à retrouver [sur la chaîne YouTube de TamTam3D](#).
- Article à retrouver [sur le site internet de TamTam3D](#).

Si vous avez laissé votre mail pour télécharger ce document, vous serez averti par mail de la sortie des prochains chapitres.

Ce qui suit ci-dessous est le texte détaillé des explications des 5 règles énoncées dans ce premier chapitre.

# Les explications du Chapitre 1

## Petite mise en garde préalable :

Les valeurs, formules et techniques présentées forment mon approche pour bien débiter le calibrage d'une impression 3D.

Mais il n'y a pas de vérité universelle en impression 3D, car le nombre de paramètres pouvant varier est très important.

Vous pourrez donc trouver d'autres approches ou valeurs maxi et mini sur le net, notamment en terme de vitesse, d'épaisseur de couche ou de largeur de cordon.

Mon conseil est de d'abord maîtriser votre process de base avec les valeurs de référence que je vous donne, avant d'explorer les valeurs extrêmes si vous en ressentez le besoin.

Dans ce guide je pars du principe que vous utilisez une imprimante correctement montée, fonctionnelle, avec un plateau plan et réglé de niveau.

Je pars aussi du principe que vous commencez avec un filament de qualité (= pas du low cost) en PLA coloré classique. Pas de paillettes, pas de fini mat, pas d'effet bois, pas d'ABS, pas de PETG. Car toutes ces "options" sont autant de variables supplémentaires par rapport à une impression de base.

Mon conseil est de maîtriser d'abord le PLA de base, qui est la matière la plus facile à imprimer. Une fois le PLA maîtrisé, vous pourrez aller vers d'autres filaments en suivant à nouveau le présent guide.

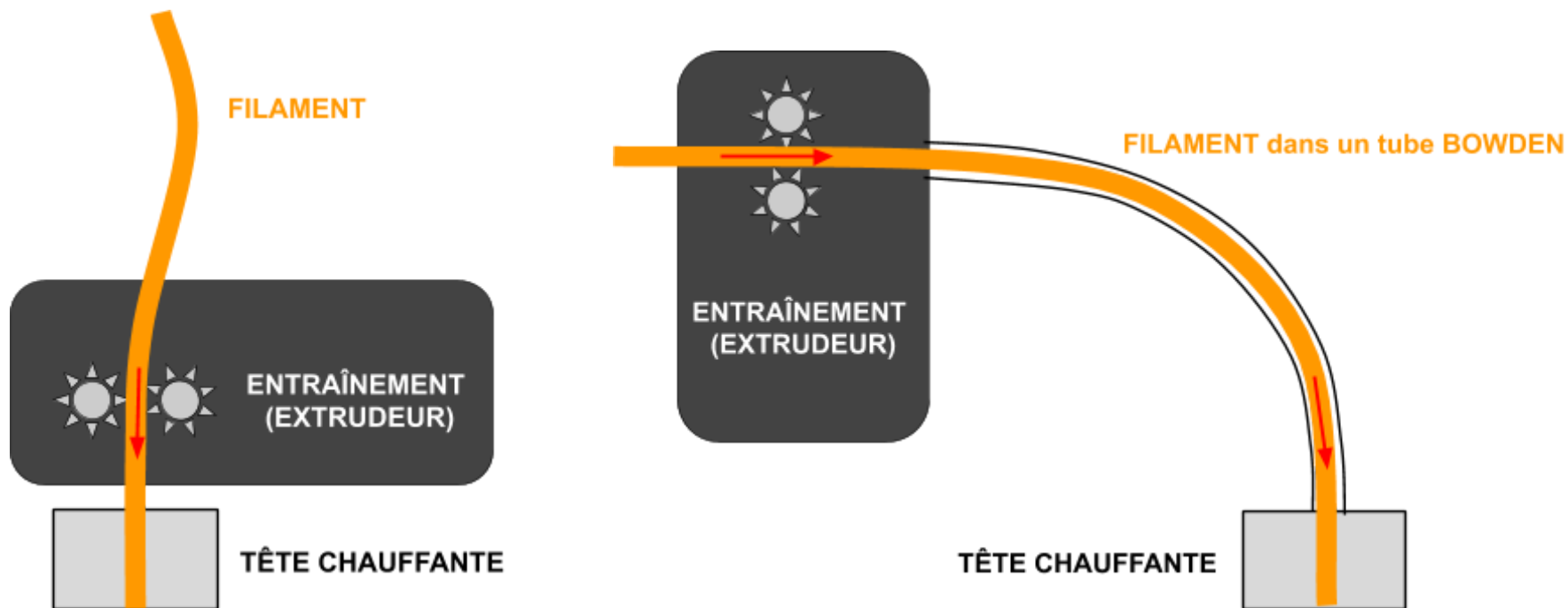
En suivant mes conseils, avec une machine bien montée et un filament de bonne qualité, vous devriez obtenir des impressions très satisfaisantes.

## Explication Règle 1 - Comprendre l'extrudeur et en prendre soin

Dans nos imprimantes, un filament cylindrique dur est poussé par un système d'entraînement dans une tête chauffante métallique.

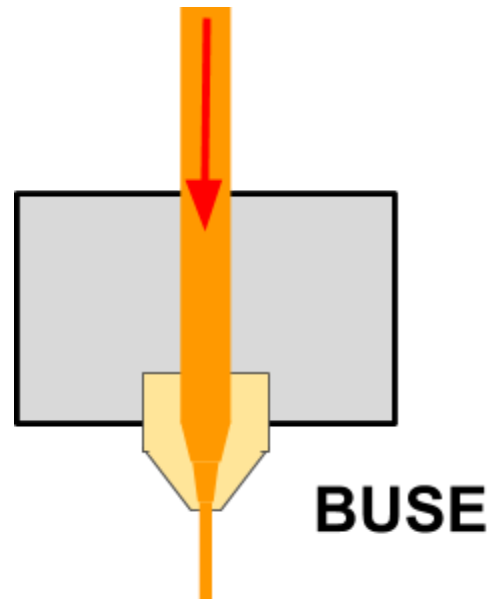
Quand l'entraînement est collé à la tête chauffante, on parle d'extrusion directe (Direct Drive en anglais) :

Quand l'entraînement est déporté et que le filament est guidé dans un tube souple fixé entre l'entraînement et la tête chauffante, on parle de système Bowden :



Cette distinction entre Direct Drive et Bowden a son importance dans les paramètres finaux de calibrage du filament, il me fallait donc prendre le temps de cette explication pour que nous nous comprenions bien.

Le filament rigide est donc poussé dans une tête chauffante qui le rend pâteux. Cela permet de pousser la matière visqueuse au travers d'une buse métallique munie d'un orifice de sortie beaucoup plus petit que le diamètre du filament :



Les valeurs les plus couramment utilisées à l'heure où j'écris sont 1.75mm de diamètre pour le filament, 0.4mm de diamètre pour la buse, et 200°Celsius pour la température de la tête chauffante.

Cette température - élevée - de la tête chauffante impose de refroidir le haut de la tête pour éviter une remontée de chaleur. En effet, si la chaleur remonte, le filament fond trop tôt, trop haut, l'extrusion va mal se passer et le plastique risque de colmater la tête.

Sur les imprimantes grand public, ce refroidissement est assuré par un ventilateur qui est asservi à la température de la tête (mesurée en permanence par une sonde). (Photo du ventilateur de la Tornado).

Quand la tête chauffe, le ventilateur se met en route, quand elle a refroidi après la fin d'une impression, il s'arrête.

Il y a même souvent deux ventilateurs, un pour refroidir le corps de chauffe (celui dont je vous parle) et un pour refroidir la pièce et le cordon extrudé par la buse sur la pièce. Je reviendrai sur ce deuxième ventilateur plus tard.

Ces explications nous amènent à la règle numéro 1 : il ne faut pas éteindre ou débrancher votre imprimante tout de suite à la fin d'une impression, car la tête est encore - très - chaude.

Si vous coupez le courant, vous coupez le ventilateur (qui tourne toujours normalement, tant que la température n'est pas descendue suffisamment), et sans le ventilateur ce sont les composants de votre imprimante qui vont évacuer les calories encore stockées dans la tête chauffante, à la place de l'air pulsé par le ventilateur.

Les pièces à proximité vont alors se dégrader et faire baisser la qualité des vos impressions.

Dans le cas d'un Direct Drive, vous aurez notamment le moteur pas-à-pas de votre extrudeur qui va encaisser de la chaleur. Les bobinages risquent de ne pas apprécier le traitement très longtemps.

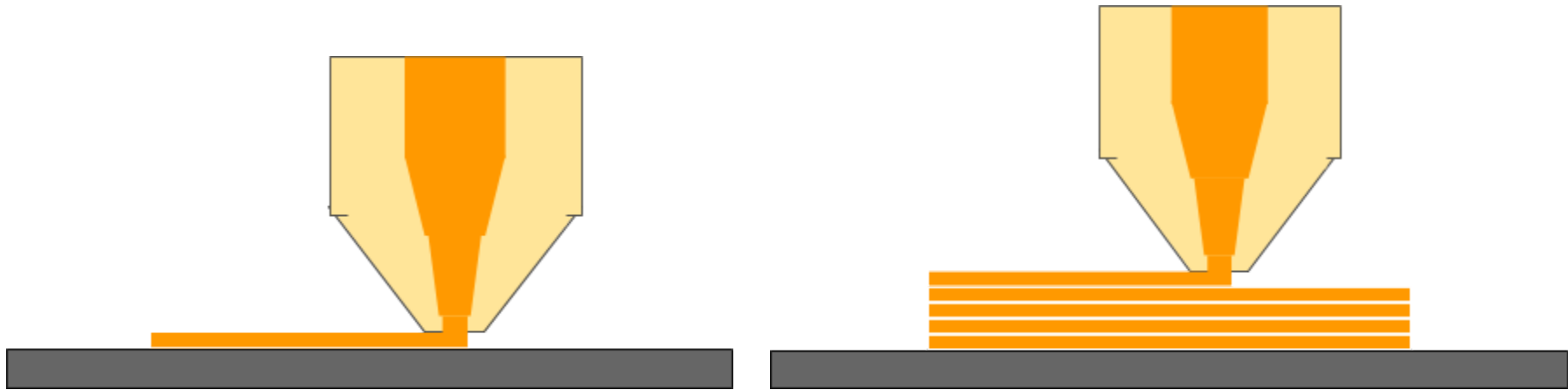
Dans le cas d'un tube Bowden, c'est la liaison étanche avec la tête et le tube lui-même qui vont morfler.

Et je vous laisse imaginer le résultat à long terme sur les têtes d'impression qui comprennent des pièces en plastique - dont le ventilateur - voire qui sont entièrement en plastique.

## Explication règles 2 & 3 - Choisir la bonne épaisseur de couche

Le cordon qui sort de la buse doit être appliqué sur une surface.

Pour la première couche il s'agira de la surface du plateau (le bed). Pour les couches suivantes, il s'agira du dessus de la couche précédente.



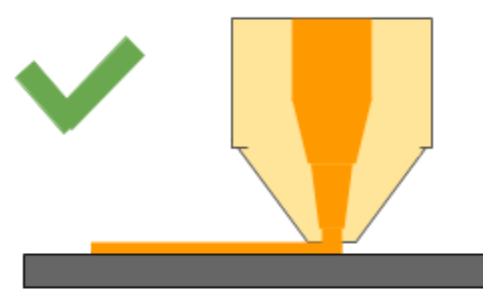
Assez intuitivement, on comprend que pour avoir une bonne adhérence avec le plateau ou entre les couches, il faut que le nouveau cordon soit suffisamment écrasé.

- Écrasé sur le plateau d'abord, car cela garantit l'adhérence de la première couche qui est vraiment la fondation sur laquelle la pièce sera bâtie. Et comme pour un immeuble, des fondations bien réalisées garantissent un ensemble solide et droit.
- Écrasé sur la couche précédente ensuite, car cela permet à la matière chaude de transmettre localement sa chaleur à la matière solide pour la faire fondre localement et provoquer ainsi la soudure du nouveau cordon sur la couche inférieure.

Il ne faut donc pas laisser trop d'espace entre la buse et la surface d'appui du cordon extrudé :

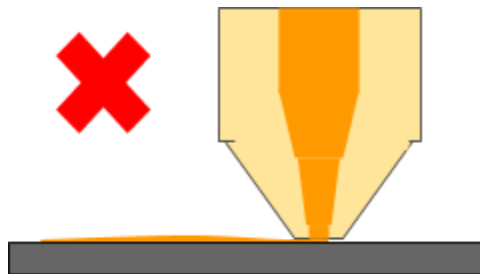


**ÉPAISSEUR DE COUCHE TROP IMPORTANTE, LE CORDON N'EST PAS ASSEZ ÉCRASÉ !**



**ÉPAISSEUR DE COUCHE PARFAITE, EXTRUSION FACILE ET BONNE ADHÉRENCE !**

Toujours aussi intuitivement, on comprend que lorsque la première couche est déposée sur le plateau rigide, il faut quand même laisser un peu d'espace sous la buse pour laisser la matière s'écouler. Si la couche est trop fine, l'extrusion risque d'être interrompue au moindre défaut de planéité du plateau et les fondations de votre pièce ne seront pas correctes puisqu'il risque d'y avoir des manques de matières.



**ÉPAISSEUR DE COUCHE TROP FAIBLE, LE CORDON NE PEUT PAS BIEN SORTIR**



**ÉPAISSEUR DE COUCHE PARFAITE, EXTRUSION FACILE ET BONNE ADHÉRENCE !**



C'est moins un souci pour les couches suivantes car la buse est chaude et va faire refondre les excès de matière sur son passage, donc on peut avoir des couches très très fines quand on n'est plus au contact du plateau, mais pas pour la première couche.

Ce qui nous amène aux règles numéro 2 et 3 pour des impressions de qualité :

**L'épaisseur de couche maxi sera limitée à 80% du diamètre de buse.**

En terme de valeur, avec une buse de 0.4mm, on peut avoir une couche maxi de  $0.4 * 80/100 = 0.32\text{mm}$  d'épaisseur (mettons 0.33mm pour avoir 3 couches pour 1 mm de hauteur).

**L'épaisseur mini de la première couche sera de 0.2mm, pas moins.**

D'une manière générale, les épaisseurs de couche classiques sont comprises entre 0.2 à 0.33mm. Dans ces cas de figure, pas de problème, on fait la première couche de la même épaisseur que les suivantes.

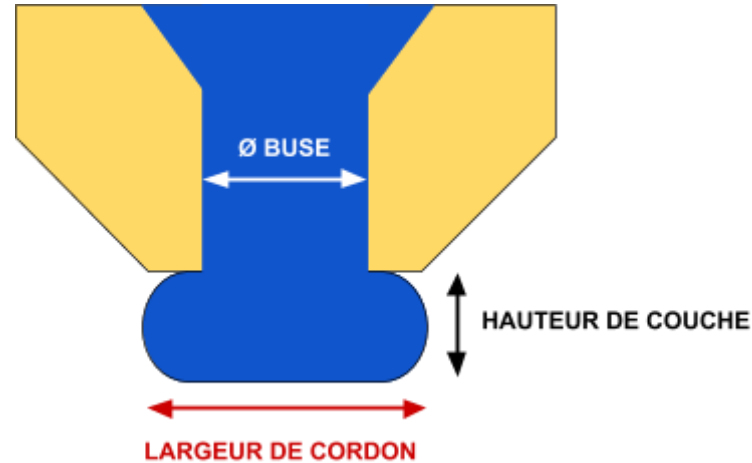
Mais dans le cas de couches plus fines - 0.1mm, voire moins - qui sont surtout utilisées par les spécialistes des figurines, il faudra changer l'épaisseur de la première couche pour l'augmenter à 0.2mm.

Plus les couches sont fines plus le résultat final est propre, mais plus l'impression dure longtemps. C'est une question de compromis entre le temps dont on dispose et la qualité que l'on souhaite obtenir.

## Explication règles 4 et 5 - Choisir la bonne largeur de cordon

On vient de voir que l'épaisseur du cordon est un paramètre important pour la solidité de la pièce dans le plan vertical (fusion des différentes couches entre elles).

Mais on est en impression 3D, et il faut aussi garantir cette solidité dans le sens horizontal, et ça, ça dépend de la précision et de la régularité de la largeur du cordon.



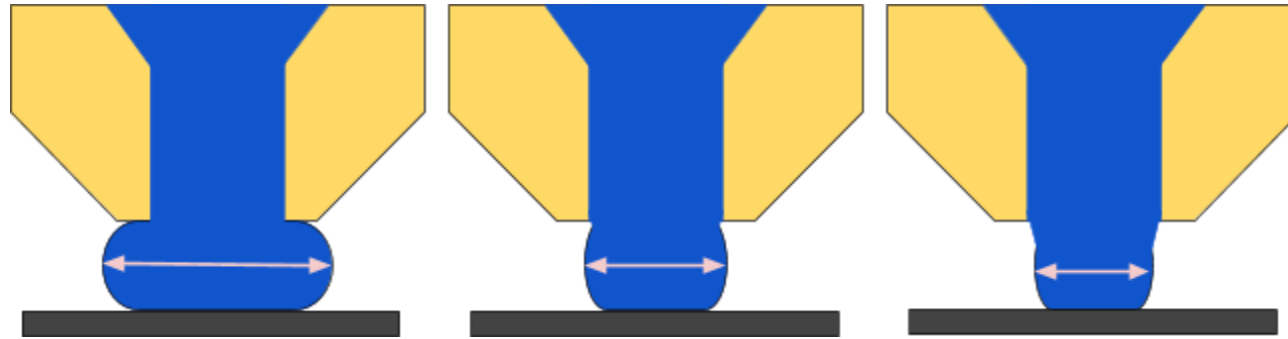
Quand on débute l'impression 3D on peut se dire intuitivement, en première approche, que largeur de buse = largeur de cordon.

En tout cas moi c'est ce que je croyais. Buse de 0.4mm = cordon de 0.4mm de large.

Sauf que ce n'est ni représentatif de la réalité, ni représentatif des possibilités.

Pour s'en convaincre et mieux comprendre, voici la vidéo d'un pâtissier montrant comment avec la même poche à douille, il obtient des cordons de largeur différentes : [https://youtu.be/N\\_aP08\\_d69Q?t=102](https://youtu.be/N_aP08_d69Q?t=102)

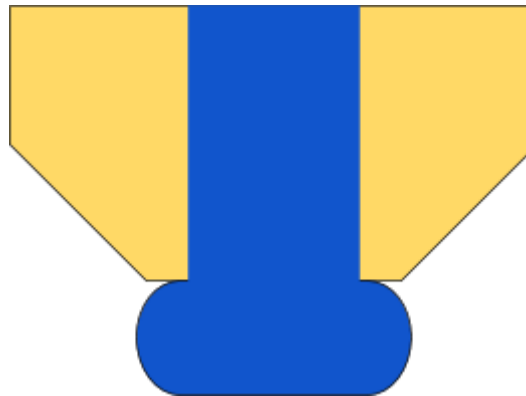
En impression 3D, c'est pareil : en faisant varier la quantité de matière extrudée pendant le mouvement, la même buse on peut donner plusieurs largeurs de cordon :



On peut même avoir une largeur de cordon inférieure au diamètre de la buse. Mais c'est un peu délicat ça. Il vaudra mieux être déjà bien à l'aise en impression 3D pour s'y essayer. D'où la règle n°4 :

**Tant qu'on est pas expert en impression 3D,  
la largeur de cordon doit être au minimum le diamètre de la buse.**

Pour obtenir des impressions de qualité quand on débute, il vaut mieux avoir une largeur de cordon légèrement plus large que le diamètre de la buse :



En terme de valeur, je vous conseille la règle numéro 5 :

**Tant qu'on est pas expert en impression 3D, la largeur de cordon doit être et idéalement le double de la hauteur de couche (mais attention à la règle n°4).**

En terme de valeurs, avec une buse de 0.4mm de diamètre :

- si vous choisissez une hauteur de couche de 0.25mm, vous pouvez définir une largeur de cordon de  $2 \times 0.25 = 0.5\text{mm}$ .
- si vous choisissez une hauteur de couche de 0.1mm, le double fait seulement 0.2mm, c'est insuffisant vis-à-vis de la règle n°4, il faudra prendre le diamètre de la buse, soit 0.4mm.

Dans le prochain chapitre, nous verrons comment les logiciels gèrent les cordons extrudés les uns à côté des autres car c'est très important pour savoir comment dessiner en 3D des pièces solides et aux bonnes épaisseurs.

Et d'ailleurs si vous ne savez pas encore comment dessiner en 3D vos propres pièces, prenez donc le temps - avant le prochain chapitre de ce guide - de suivre ma formation gratuite à la conception 3D de pièces fonctionnelles, sur [tamtam3d.fr/dessin3d](https://tamtam3d.fr/dessin3d)

A bientôt !

Renaud.

© Renaud ILTIS - <https://tamtam3d.fr>