

Les G-Codes valides pour la MicroDelta Rework.

Proposé dans le tableau donné ci-dessous, on trouve le résumé des commandes qui sont générées par le trancheur CuraEngine quand on déclare la µΔRework comme imprimante.

Code	Commande
G0 Fv Xx Yy Zz	Se déplacer rapidement. (En absolu ou relatif.)
G1 Fv Xx Yy Zz Ee	Se déplacer à la vitesse v. (En absolu ou relatif.)
G20	Définir les unités en pouces.
G21	Définir les unités en mm.
G28	Revenir au point d'origine. (1)
G90	Utiliser le positionnement absolu.
G91	Utiliser le positionnement relatif.
G92 E0	RESET de la longueur extrudée.
G92 Ee	Modifie l'origine aux coordonnées actuelles.
M82	Définir le mode absolu pour l'extrudeur.
M83	Définir le mode relatif pour l'extrudeur.
M84	Couper énergie sur tous les moteurs. (2)
M104 Tn St	Chauffer l'extrudeur n à la température t°C. (3)
M106 Sv	Activer les ventilateurs à la vitesse v. (v : 0 à 255)
M106 S0	Couper les ventilateurs (Variante.)
M107	Couper les ventilateurs.
M109 Tn St	Chauffer l'extrudeur n à la température t°C. (4)
M109 Rt	Attendre le refroidissement jusqu'à atteindre t°C.
M140 St	Chauffer le plateau à la température de t°C. (3)
M300 Sf Pp	Tonalité à fréquence f durant la pause p mS.

- La vitesse v est exprimée en mm/min si G21 a été imposé. Noter que par défaut dans Configuration > Unité d'importation des objets les longueurs sont déjà en mm. Exemple : F10000 = 167mm/s.

(1) : Paramètres éventuels ignorés.

(2) : Peut changer la position de l'extrudeuse.

(3) : Passe à l'instruction suivante immédiatement.

(4) : Attendre que la température soit atteinte.

Les deux codes G2 et G3 ne sont pas valides pour un programme en G-Code sur le trancheur CuraEngine. Les cercles ou arcs de cercles sont générés par de petits segments tangents au cercle théorique.

Le G-Code des imprimantes 3D

Fondamentalement le G-code est le langage de programmation des imprimantes 3D. En utilisant le code G, un ordinateur indique à une imprimante quand, où, comment se déplacer, et quelle quantité extruder tout au long du processus d'impression. Les "trancheurs" (Slicers.) tels que CuraEngine ou Simplify3D génèrent du code G automatiquement à partir du modèle volumique CAO. G-code signifie "code géométrique". Sa fonction principale est de définir à une tête de machine comment se déplacer géométriquement en trois dimensions. Cependant, il peut également charger une machine de faire des actions non géométriques comme extruder du matériau à une vitesse spécifiée ou de modifier la température du plateau. C'est un langage de programmation à commande numérique simple constitué d'une suite d'instructions séquentielles. Chaque ligne impose à l'imprimante d'effectuer une tâche spécifique. L'imprimante exécute les lignes une par une jusqu'à la fin. Ce "langage" est rudimentaire et n'a pas de constructions avancées telles que des variables, des conditions et des boucles. Une ligne est structurée en un code G ou M suivi des paramètres qui le concernent. Les espaces sont des séparateurs.

Tout ce qui suit un point virgule est ignoré et considéré comme un commentaire à l'attention du programmeur.

Les commandes qui commencent par la lettre **G** sont des commandes géométriques. Ils indiquent à la tête d'imprimante comment se déplacer. Les commandes qui commencent par la lettre **M** sont des directives autres que des déplacements de la tête d'impression. Chaque lettre correspond à une signification particulière.

E : Alimentation de l'Extrudeur. (Déplacement du fil dans l'extrudeur.)

F : Déplacement à la vitesse indiquée. (Feedrate en mm/min si G21.)

G : Commande Géométrique. (General en anglais.)

M : Action non géométrique. (Miscellaneous : Divers.)

S : Température en °C.

X : Tête d'extrusion à la coordonnée X.

Y : Tête d'extrusion à la coordonnée Y.

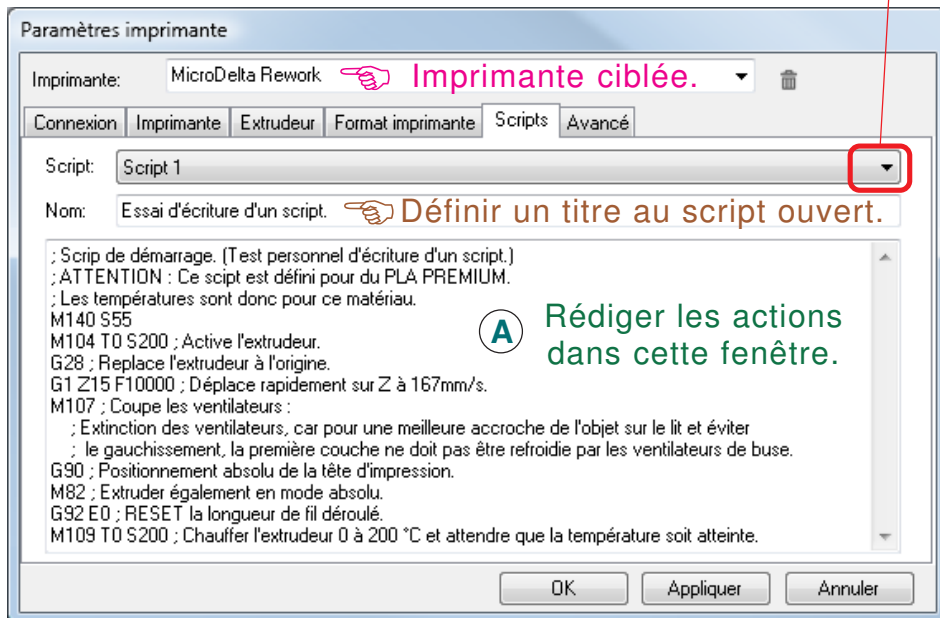
Z : Tête d'extrusion à la coordonnée Z.

Achévé le
13 Juillet 2019.

Les "scripts" en G-Code.

Repetier-Host offre la possibilité de définir jusqu'à neuf scripts au total pour démarrer, terminer, séquence kill, exécuter sur PAUSE etc. Pour les définir, cliquer sur **Configuration > Réglages imprimante**, puis dans la fenêtre contextuelle cliquer

Code démarrage
Code fin
Exécuter si arrêté
Exécuter si pause
Script 1
Script 2
Script 3
Script 4
Script 5



sur l'onglet **Scripts**. Naturellement, le contenu de ces "macros" doit correspondre à du G-Code compréhensible par la machine ciblée.

➤ Utilisation des scripts.

- Les cinq scripts repérés **Script 1** à **Script 5** peuvent être invoqués par les boutons spécifiques de l'onglet **Contrôle Manuel**.
- N'importe laquelle de ces séquences peut être librement insérée dans **Editeur G-Code** par copie du texte de la zone **A** et collage dans le programme G-Code à l'endroit idoine.
- Les deux scripts **Code démarrage** et **Code fin** remplaceront les séquences **Start code** et **End code** générées par le trancheur si on sauvegarde en **gco** avec **Sauvegarder sur Carte SD** et que les deux cases dédiées dans la fenêtre sont cochées.

Fig.3

```
10097 G1 F6000 X-7.406 Y38.519 E5859.85481
10098 G0 F9000 X15 Y15 E5860.04430
10099 ;LAYER:30
10100 G0 F9000 X-8.192 Y38.537 Z9.300
10101 ;TYPE:WALL-INNER
10102 G1 F4800 X-11.861 Y37.555 E5860.04430
```

À ce stade, le code devient celui de la Fig.3 montrée ci-dessus.

7) Ajouter en ligne suivante le code **MO** pour programmer l'arrêt.

Fig.4

```
10096 G0 F9000 X38.518 Y-7.406
10097 G1 F6000 X-7.406 Y38.519 E5859.85481
10098 G0 F9000 X15 Y15 E5860.04430
10099 MO
10100 ;LAYER:30
10101 G0 F9000 X-8.192 Y38.537 Z9.300
10102 ;TYPE:WALL-INNER
10103 G1 F4800 X-11.861 Y37.555 E5860.04430
10104 G1 X-12.174 Y37.471 F5860.06046
```

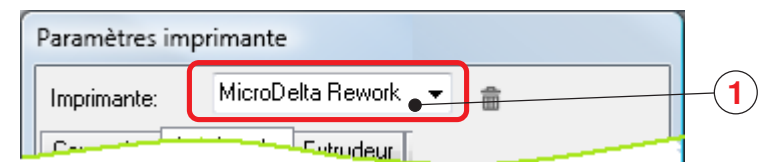
Au final, la séquence de code devient celle de la Fig.4 avec en **7** et **8** les deux lignes de code ajoutées.

ATTENTION : Il faut disposer du petit écran LCD de pilotage car c'est sur ce dernier que l'on déclenche le redémarrage.


Note importante sur l'utilisation du Trancheur.

Chaque imprimante 3D présente des caractéristiques spécifiques. Aussi, son programme de pilotage en G-Code sera adapté et différent d'une machine à une autre en fonction de ses particularités. C'est le trancheur qui génère le programme qui pilotera l'imprimante. De ce fait, pour qu'il compile un code dédié à l'imprimante utilisée (*Pour une Delta les instructions ne sont pas identiques à celles d'une imprimante cartésienne, sans compter le nombre de têtes qui n'est pas forcément identique.*) Il est donc vital dans l'onglet **Configuration > Réglages imprimante** de vérifier que la machine utilisée est bien celle qui est indiquée dans la fenêtre **1** sur la Fig.5 proposée ci-dessous.

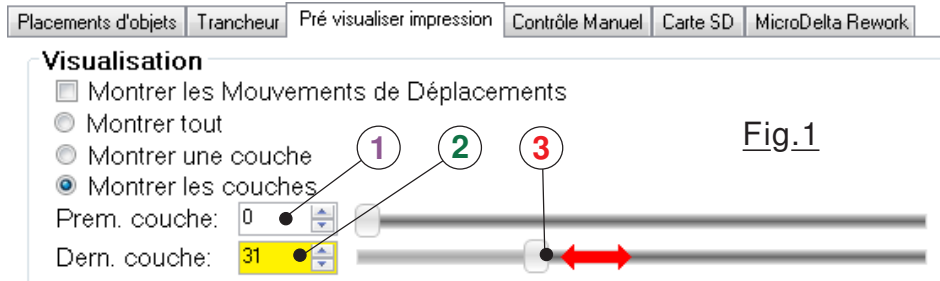
Fig.5




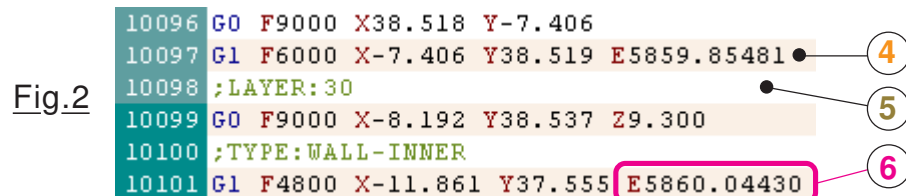
Intercaler une (des) **PAUSE** durant l'impression.

Possibilité indispensable si l'on désire "noyer" des écrous, un aimant, intercaler une "vitre" sur un boîtier etc. La technique consiste à placer directement dans le G-Code l'instruction PAUSE au bon endroit. Dans ce but on clique sur l'onglet  **Editer G-Code**.

- 1) Définir les paramètres et **Trancher avec CuraEngine**.
- 2) Rechercher la couche où l'on désire la PAUSE. Valider la puce **Montrer les couches** et laisser **1** tout à gauche. Avec le curseur **3** rechercher grossièrement la hauteur, puis l'on affine avec **2**.



- 3) Ouvrir l'éditeur de G-Code avec  **Editer G-Code**.
- 4) *Sachant que l'on désire effectuer la PAUSE en couche 31, on doit dans le code rechercher l'instruction relative à la couche 30.* Ce n'est pas facile, car on voit en **5** sur la Fig.2 qu'elle se trouve en ligne 10098 du programme. Dans ce but : Valider l'onglet **Recherche**, puis dans la fenêtre contextuelle indiquer le code exact de l'instruction soit **";LAYER:30"**. (*Layer : Couche.*)

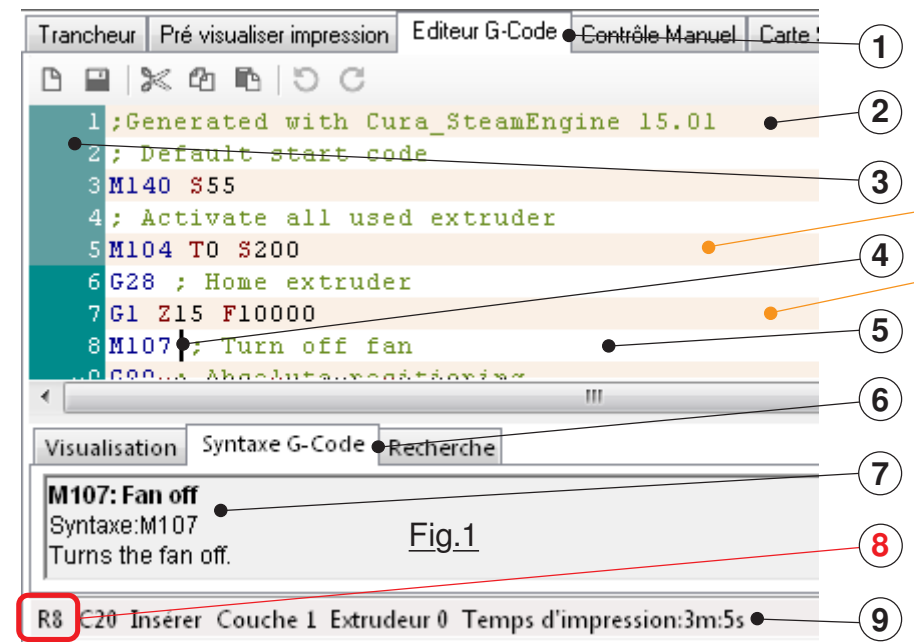


- 5) Cliquer en **4** et valider pour intercaler une instruction avant 10098.
- 6) Y inscrire le code G0 F9000 X15 Y15 pour déplacer la buse à proximité de son "HOME". Puis ajouter un espace et par un Copier/Coller à la souris dupliquer le code de l'encadré **6**.

Par cette instruction, la buse va monter d'un cran pour se positionner à la couche située juste au dessus c'est à dire la 31. Ainsi on évite que lorsqu'elle revient, elle redémarre sur la couche 30.

Interpréter le G-Code.

Repetier-Host propose dans son onglet **Editeur G-Code** une aide d'analyse du programme particulièrement simple à utiliser quand on valide l'onglet **Syntaxe G-Code** en **6**. Quand on clique sur une ligne du programme, l'analyseur en décrypte le contenu. À l'ouverture de l'onglet **1** la première ligne en **2** est une remarque qui précise quel est le trancheur utilisé. Quand on clique sur une ligne quelconque, le curseur **4** se positionne à l'endroit du pointage, ou à la fin de l'instruction si l'on a cliqué très à droite en **5**.



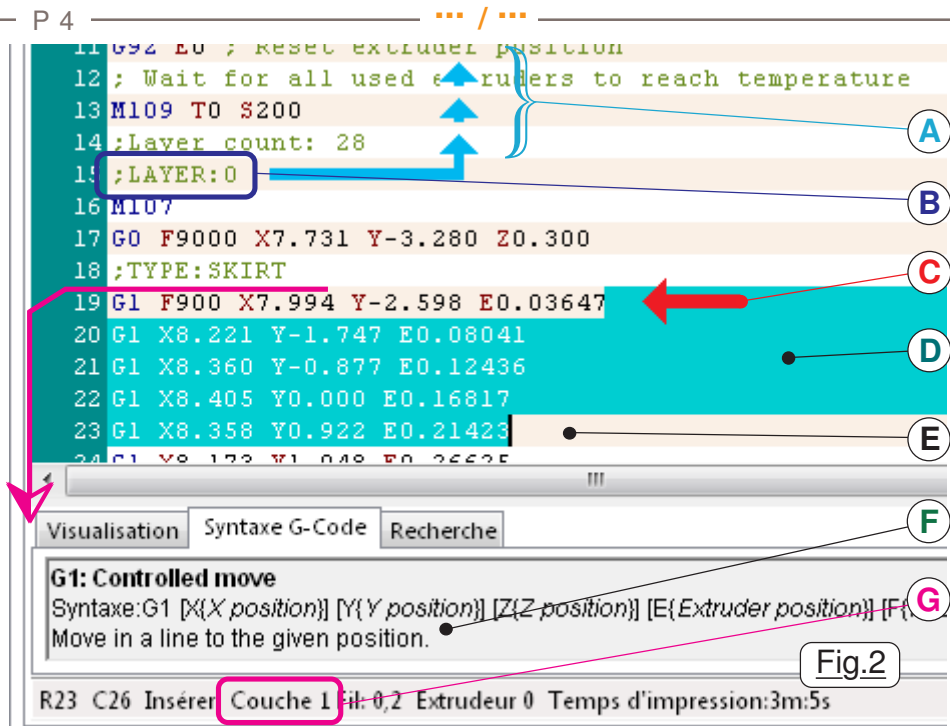
➤ Premier cas : Ligne de type M.

En **3** sont repérées les diverses lignes, et en **8** celle actuellement décryptée. En **7** est précisée le code de l'instruction et l'action qu'elle impose à l'imprimante. On notera que certaines lignes telles que **2** ou **5** sont commentées automatiquement par le trancheur. Enfin, en **9** sont ajoutées certaines informations d'ordre général.

➤ Deuxième cas : Ligne de type G.

Sur la Fig.2 par glissement de la souris on a indexé toute la zone **D** comprise entre la ligne 19 en **C** jusqu'à la ligne 23 en **E**. Comme le glissement se termine en ligne 23, c'est à la fin de cette dernière sur

Une ligne sur deux est colorée pour les séparer.

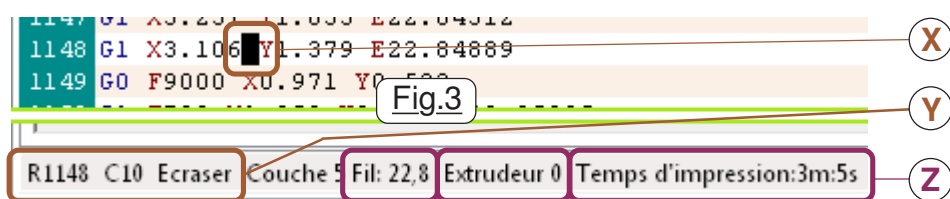


NOTE : Quand une instruction de déplacement est indexée, en **F** est précisée la nature des divers paramètres même s'ils ne sont pas tous présents dans l'instruction codée.

➤ Interpréter la ligne du bas.

Dans l'encadré **Y** de la Fig.3 sont précisées les coordonnées du curseur dans l'éditeur de texte et le mode d'écriture actuellement sélectionné. (Dans cet exemple le curseur se trouve en ligne 1148, en colonne 10 et mode actuel est "écrasement".)

Le curseur en **X** clignote. En mode **Ecraser** il est large, alors qu'en mode **Insérer** il est fin. Enfin en **Z** est indiquée la longueur de **Fil** actuellement déroulée, l'Extrudeur utilisé sur la machine et **la durée nécessaire pour imprimer entièrement l'objet**.



➤ Start code par défaut.

Les deux listages proposés ci-dessous ont été complétés par quelques commentaires non générés automatiquement.

```
1 ;Generated with Cura_SteamEngine 15.01
2 ; Default start code
3 M140 S70 ;Chauffer le plateau à 70°C et continuer. (1)
4 ; Activate all used extruder
5 M104 T0 S230 ; Chauffer l'extrudeur 0 à 200°C et continuer.
6 G28 ; Home extruder
7 G1 Z15 F10000 ; Déplacer rapidement sur Z à 167mm/s.
8 M107 ; Turn off fan (2)
9 G90 ; Absolute positioning
10 M82 ; Extruder in absolute mode
11 G92 E0 ; Reset extruder position
12 ; Wait for all used extruders to reach temperature
13 M109 T0 S230 ; Chauffer l'extrudeur 0 et attendre 200°C. (1)
14 ;Layer count: 58 Le nombre total de couches pour générer l'objet.
15 ;LAYER:0 Identifit la première couche repérée n°0.
```

(1) La température imposée sera fonction du matériau utilisé.

(2) Extinction des ventilateurs, car pour une meilleure accroche de l'objet sur le lit et éviter le gauchissement, la première couche ne doit pas être refroidie par les ventilateurs de buse.

>>> En ligne 15 le début du corps du programme.

➤ End code par défaut.

```
35441 ; Default end code
35442 ; Disable all extruder
35443 G91 ; Passer en positionnement relatif.
35444 T0
35445 G1 E-1 ; Rétraction du filament de l'extrudeur de 1 mm.
35446 M104 T0 S0 ; Couper la chauffe sur l'extrudeur 0.
35447
35448 M107 ; Couper les ventilateurs.
35449
35450 G28 ; Revenir au point d'origine.
35451
35452
35453 G90 ; Positionnement absolu.
35454 G92 E0 ; RESET de la longueur extrudée.
35455 M140 S0 ; Couper la chauffe du plateau.
35456 M84 ; Coupure énergie sur tous les moteurs.
35457
```

Des lignes de séparation sont générées automatiquement.

Informations générales sur le G-Code.

Un fichier généré automatiquement par un trancheur comporte :

- **Le start Gcode** définissant l'ensemble des instructions de mouvement, de positionnement, de nivellement et de chauffe préalable à l'impression elle-même.
- **Le Corps du Code** listant l'ensemble des instructions de l'impression à proprement parler.
- **Le End GCode** décrivant quant à lui, les instructions de fin d'impression : Positionnement, arrêt du chauffage, arrêt des ventilateurs, rétractation du filament.

Le compilateur ajoute à la pièce réalisée une jupe, c'est à dire un contour qui entoure le modèle, mais ne le touche pas. Elle permet d'amorcer le flux continu du filament, de vérifier que la dépose de matériau se fait correctement etc. (TYPE SKIRT en anglais.)

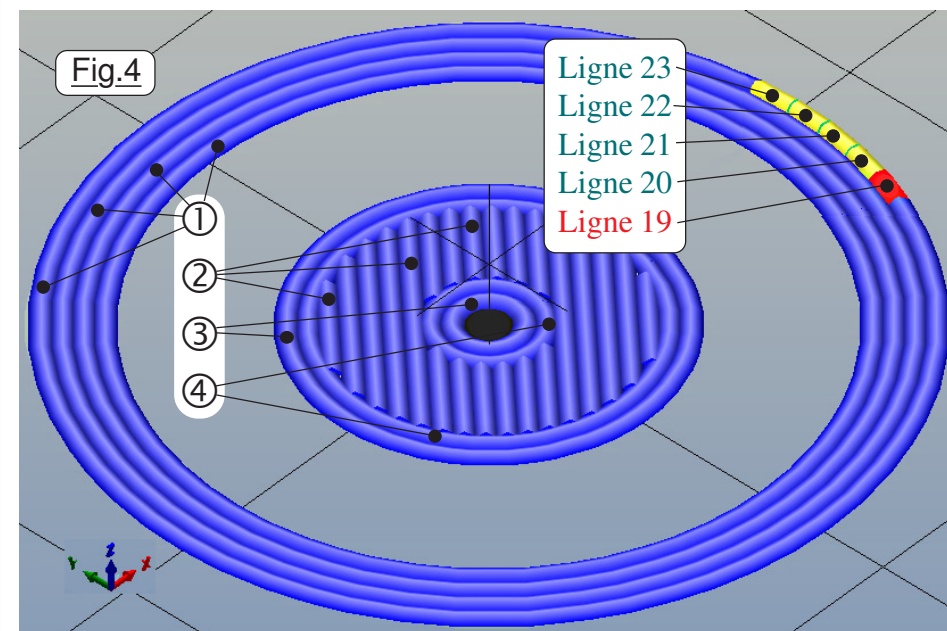
➤ Les deux déplacements de base.

Outre le retour aux origines, deux instructions sont à la base d'une génération de pièce par ajout de matière :

- La commande **G0** indique à la tête d'impression de se déplacer à la vitesse maximale de la position actuelle aux coordonnées spécifiées par la commande. La tête se déplace de manière coordonnée de sorte que les deux axes achèvent le mouvement simultanément. La buse n'extrudera aucun matériau lors de l'exécution de cette commande. Cette commande en G-Code est généralement utilisée pour amener la buse rapidement à certaines coordonnées souhaitées au début de l'impression ou pendant l'impression. *Exemple: G0 X7 Y18*
- La commande **G1** indique à la tête d'impression de se déplacer à la vitesse spécifiée de la position actuelle à la coordonnée spécifiée par la commande G-code. La vitesse est spécifiée par le paramètre **F**. (Si G21 mm/min, si G20 Ft/min.) La tête se déplace de manière coordonnée en ligne droite. L'imprimante peut extruder du matériau lors de l'exécution de cette commande à une vitesse d'extrusion spécifiée par le paramètre **E**. (Si G21 mm/min, si G20 Ft/min.) La plupart de l'impression 3D a lieu lors de l'exécution de cette commande. *Exemple : G1 X7 Y18 F500 E0.02*

➤ Visualisation des traces déposées.

Comme montré sur la Fig.4 on peut observer le segment déposé par chaque déplacement si l'onglet **Visualisation** est validé. On commence par indexer la couche concernée ;**LAYER:N** plus 1. Lorsque l'on clique sur une ligne de programme, le segment est affiché en jaune. (*Colorié en rouge sur la Fig.4*) Si on indexe plusieurs lignes, les divers segments sont affichés en jaune.



➤ Interprétation des remarques automatiques.

Lorsque l'on génère du G-Code avec le trancheur **CuraEngine**, ce dernier insère automatiquement des commentaires qui permettent facilement d'interpréter le listage ou d'y trouver les débuts de séquences telles que les couches, **Start code** et **End code** etc. Outre la couche concernée, le type de dépose est explicité :

- ① ;**TYPE:SKIRT** : Type **JUPE**. (*Entourage séparé extérieur.*)
- ② ;**TYPE:SKIN** : Type **PEAU**. (*Couche horizontale.*)
- ③ ;**TYPE:WALL-OUTER** : Type **MUR EXTÉRIEUR**. (*Vertical.*)
- ④ ;**TYPE:WALL-INNER** : Type **MUR INTÉRIEUR**. (*Vertical.*)
- ⑤ ;**TYPE:FILL** : Type **REMPHIR**. (*Cloisons intérieures verticales.*)
- ⑥ ;**TYPE:SUPPORT** : Cloisons verticales ajoutées par le trancheur.

Utilisation de l'éditeur de G-Code.

Couplé à la fonction de visualisation, comme pour n'importe quel éditeur informatique, celui du trancheur de **Repetier-Host** affiche un listage automatiquement formaté dans lequel les numéros des lignes sont affichés tout à gauche, dans la marge colorée en vert, les remarques sont en teintes kaki, les lettres des paramètres **G**, **X**, **Y**, **Z**, **F**, **T**, **E** et **S** sont en marron et le reste en noir.

➤ Indexer un caractère, une zone.

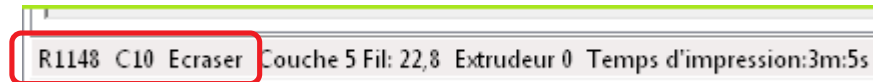
Cliquer avec le **BGS** ou avec le **BDS** à l'intérieur d'une ligne y positionne le curseur de pointage. Cliquer plus à droite que la longueur de son texte positionne le curseur à la fin de la ligne.

Enfoncer le **BGS** et *faire glisser* la souris *indexe toute la zone* de texte jusqu'à la position du relâcher. La zone ainsi définie est alors repérée en vert plus clair que celui de la marge. Pour annuler une zone indexée il faut effectuer un glissement dans la partie vide d'une ligne à la droite de son texte. En standard, la touche **[Début ◀]** déplace le curseur au début de la ligne, alors que **[Fin ▶]** le place après le dernier caractère de l'instruction. (Ou de la remarque) La touche **[Page ▼]** déplace le curseur d'une page éditeur vers le bas, c'est à dire de 35 lignes. (Ou en fin de listage si @.) Pour sa part la touche **[Page ▲]** déplace le curseur d'une page éditeur vers le haut, c'est à dire de 35 lignes. (Ou en tout début de listage si @.)

@ : Le nombre de lignes n'est pas un multiple de 35.

➤ Modes d'édition et forme du curseur.

La touche **[Inser]** se comporte comme une bascule de type OUI/NON qui alterne entre le mode **Insérer** et le mode **Ecraser**. Le curseur de position d'écriture clignote. Dans le mode **Ecraser** il est large et utilise l'emplacement complet d'un caractère. Dans le mode **Insérer** il est plus fin et marque l'emplacement du début de l'écriture.



Tout en bas de la fenêtre contextuelle, sous la zone réservée aux trois onglets **[Visualisation]**, **[Syntaxe G-Code]** et **[Recherche]** se trouve la ligne d'état avec dans l'encadré rouge ci-dessus les informations relatives à l'éditeur : Numéro de la ligne indexée, colonne du curseur et mode d'édition. Les coordonnées du curseur sont celles du relâcher si on a défini une toute une zone.

➤ Copier du texte.

Lorsqu'une zone est indexée, en frappant **[CTRL] C** au clavier, l'intégralité du texte qui la compose est recopié dans le "presse papier" de WINDOWS. Il est alors possible d'utiliser cette copie pour la coller dans n'importe quel programme acceptant ce type de données avec la combinaison **[CTRL] V**. (Y compris pour dupliquer des lignes dans le programme en G-Code lui-même.)

➤ Modifier du texte dans le listage.

Les diverses commandes de l'éditeur sont celles utilisées en standard dans WINDOWS. Si l'on frappe du texte au clavier, soit il s'ajoute en s'intercalant dans le mode **Insérer**, (Il "pousse" ce qui suit sur la ligne.) soit il remplace ce qui actuellement est indexé en mode **Ecraser**. Noter que la longueur des lignes n'est pas limitée.

Activer la touche **[Suppr]** efface le caractère indexé par le curseur. Si une zone est actuellement indexée, c'est l'intégralité de la zone qui est effacée, quel que soit le sens dans lequel elle a été définie. La combinaison **[CTRL] V** placera à l'endroit du curseur le contenu actuel du "presse papier" de WINDOWS quel que soit le mode actuel. Il n'y aura écrasement que si au préalable une zone a été indexée.

NOTE : le contenu actuel du "presse papier" de WINDOWS peut avoir une origine quelconque. C'est un morceau de programme copié dans le listage actuel, ou issu d'un autre fichier G-Code par exemple.

➤ Rechercher du texte.

Très commode quand on recherche le début d'une couche, une instruction particulière etc. Il suffit de valider l'onglet **[Recherche]** et de définir la chaîne à trouver. Rien n'interdit de la copier dans le listage avec **[CTRL] C**. La recherche ne se fait que vers le bas et peut être réitérée avec la touche **[Recherche]**. Les onglets **[Replacer]** et **[Replace & Recherche]** ont un comportement standard quand on a défini un texte de remplacement dans le champ dédié.

➤ Les fonctions de servitude.

Le bandeau des commandes situé au dessus de la page d'édition présente les icones standards qui permettent les actions de base habituelles. La zone **Coupée** est inscrite automatiquement dans le "presse papier" de WINDOWS.

