

Le système de visioconférence GoToMeeting

- Vous devez m'entendre

- Je vous transmets 2 flux vidéo : une webcam + l'écran de mon PC

- Chattez

Je lis lors des pauses.

- Eteignez votre micro

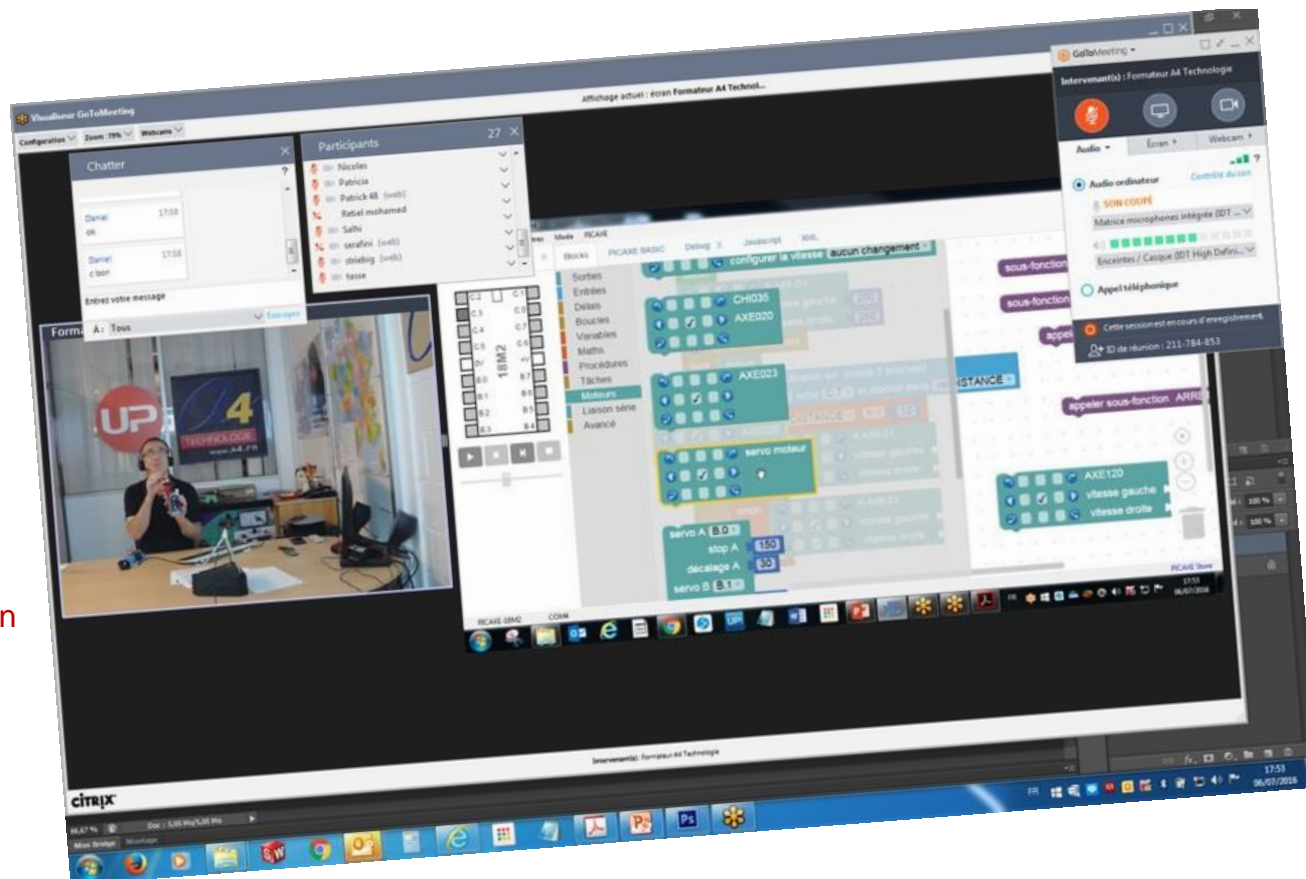
Ne l'activez que pour intervenir, par exemple pour m'interrompre et poser une question sur l'instant.

- Coupez votre webcam

Ne l'activez que pour montrer quelque chose.

- Si Pb de connexion

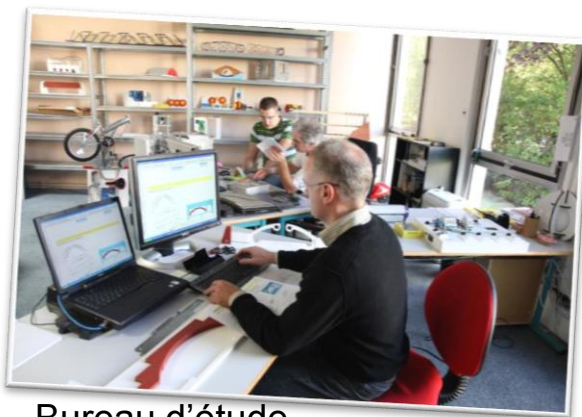
Déconnectez-vous et relancer le lien de connexion.



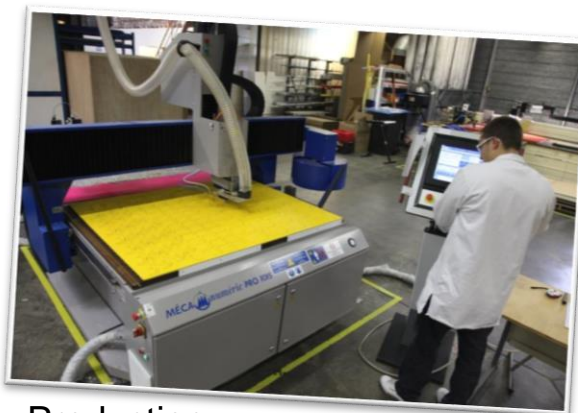
Conception et fabrication de matériels pédagogiques Equipement des ateliers en moyens de prototypage



Conception - Fabrication - Distribution



Bureau d'étude



Production



Logistique

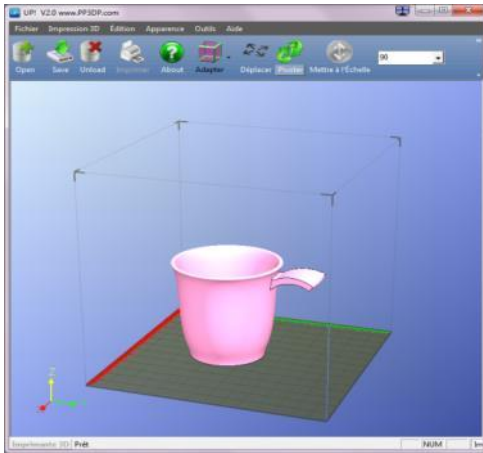
Choisir une imprimante 3D

Diaporama d'accompagnement



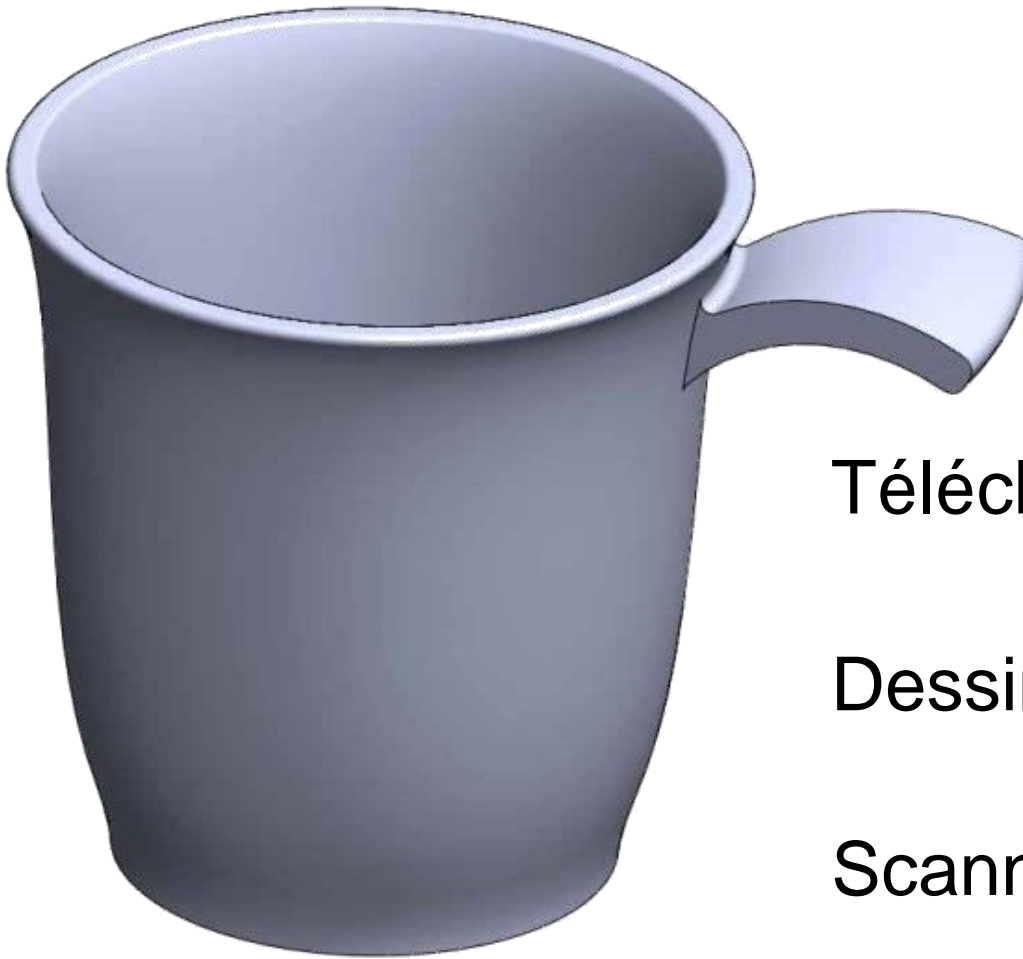
L'impression 3D, c'est quoi ?

Construire automatiquement des objets
à partir d'un modèle numérique 3D



par dépôt de matière.

Au départ, un modèle volumique



Télécharger

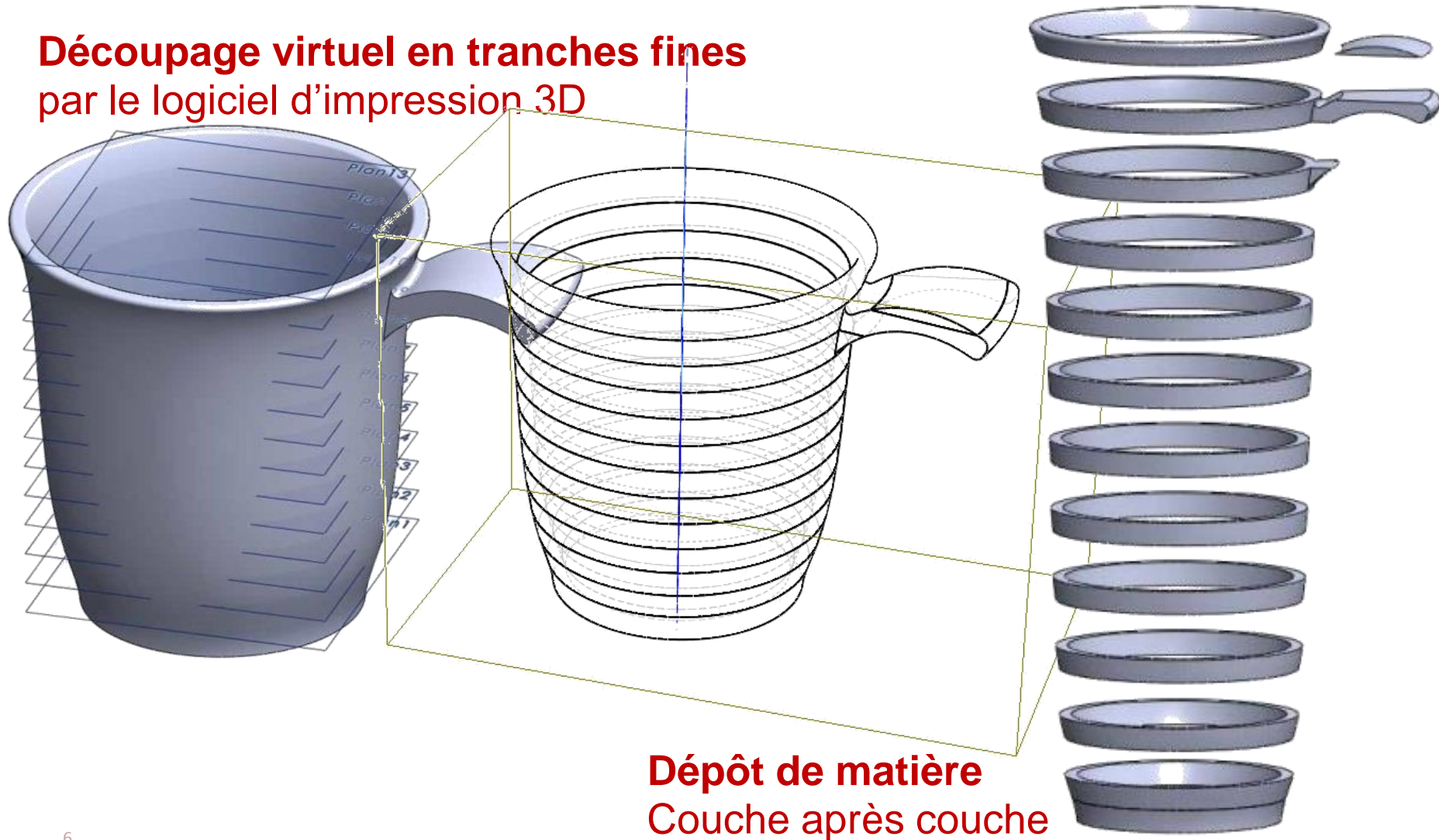
Dessiner

Scanner

Principe de fonctionnement :

Dépôt de matière = Fabrication additive

Découpage virtuel en tranches fines
par le logiciel d'impression 3D



Historique I3D

➔ 1985 Premiers brevets

Multi-matériaux, métaux – Précision ++ - Coûts ++,

1990 Premières machines commercialisées

Stéréo-lithographie (STL)

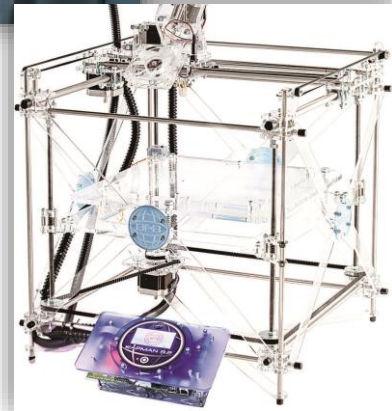
- Du prototypage à la production



➔ Fin 2000 : Premiers brevets dans le domaine public

2010 : Premiers prototypes « de table » « open source »

Mouvement des fablab – Les nouveaux « makers »



2011 : Premières machines « de table » commercialisées

FDM uniquement - Le plus souvent en kit – Rarement de conformité

➔ 2012 - 2013 : des industriels historiques réagissent

Rachat de startups connues

ou

Conception de A à Z



Catégories d'imprimantes 3D

Industrielles : onéreuses ; différentes technologies

Prototypes



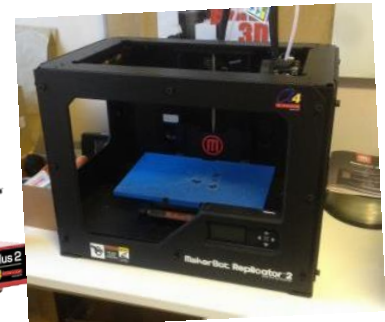
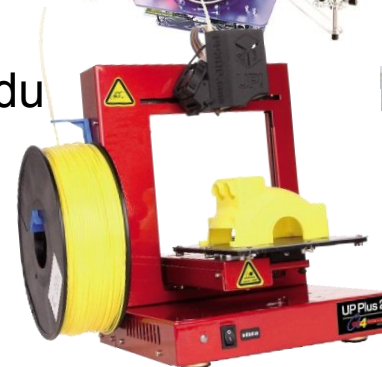
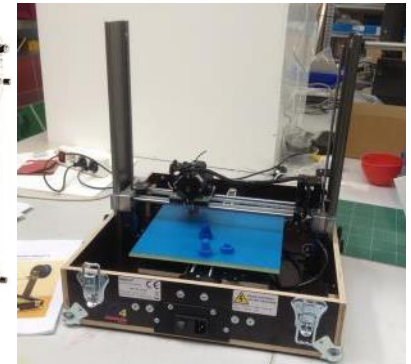
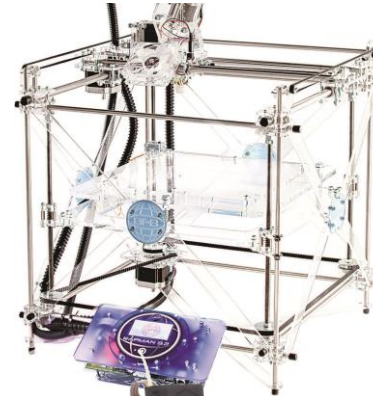
Imprimante 3D « de table »

Modèles « open source » de startups

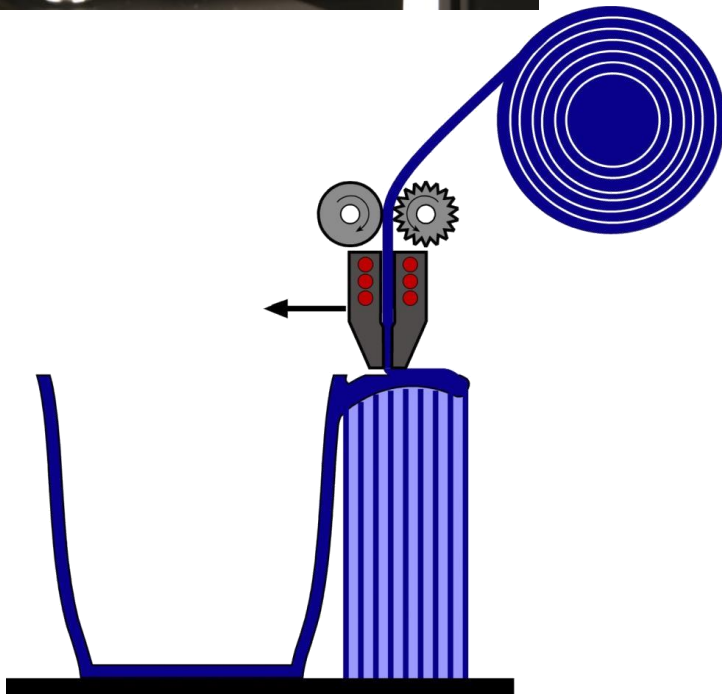
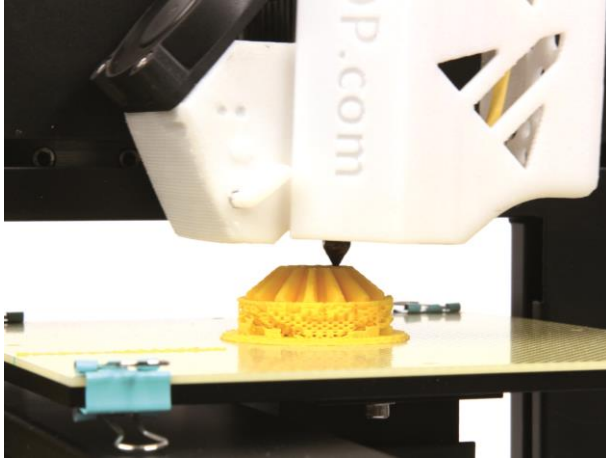
Le sujet, c'est la machine

Modèles « Pro » d'industriels historiques du secteur

Faire des pièces



I3D à extrusion de fil (fdm)



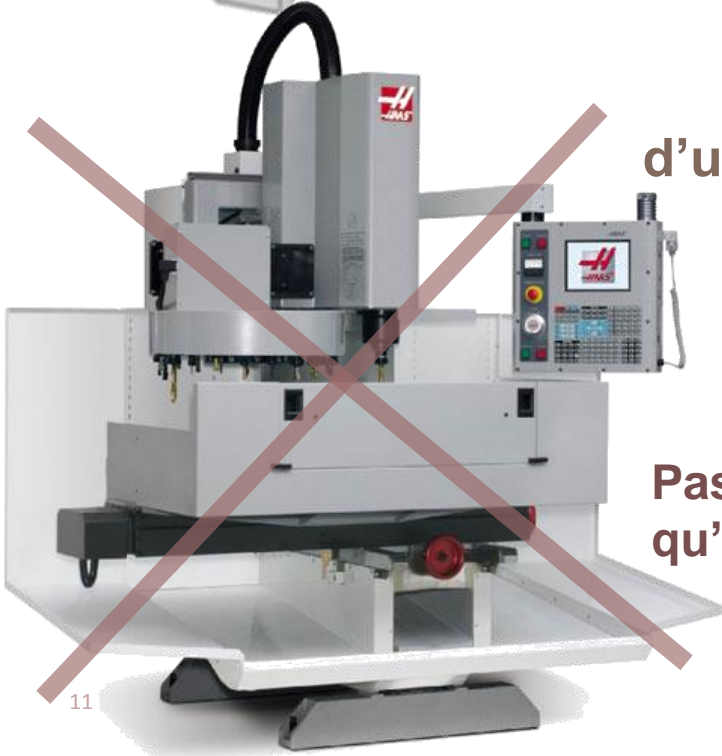
I3D à stéréolithographie (sld - sla)



L'impression 3D, est-ce facile ?



Pas aussi simple
qu'un photocopieur



Pas aussi complexe
qu'une machine outil

Niveau de difficulté
comparable à celui
d'une machine à coudre

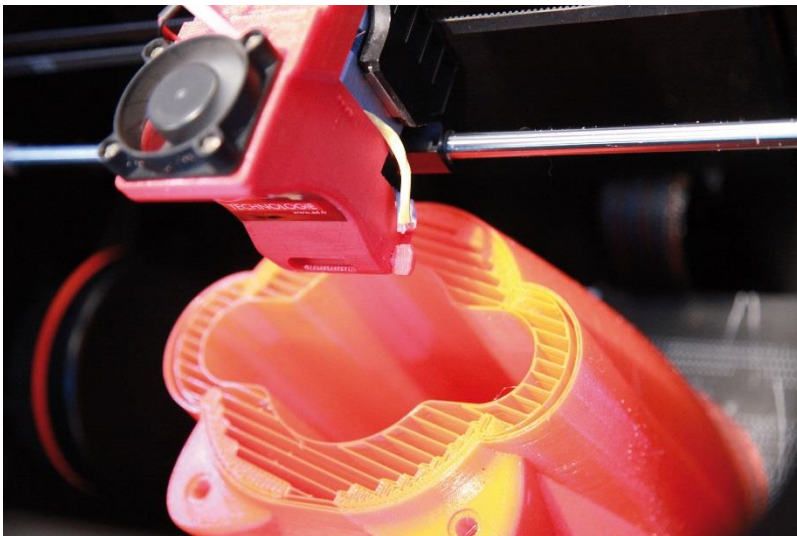


Techniques traditionnelles... ...Fabrication additive



Enlèvement de matière (usinage ...)

Déformation de matière
(moulage...)



Dépôt (addition) de
matière

Avantages techniques

- Liberté de formes



- Pas d'outillages (moules, montages d'usinage, ...)
- Presque pas d'intervention manuelle (*post traitement*)
- Pas besoin d'être expert (Sauf machines industrielles)
- Pas de risque physique
- Pas de poussières ou copeaux (Salles banalisées / matériel informatique)

- **Choix limité de matériaux**

Avec les machines à bas coût : que du plastique.

- **Faible productivité ; Relative lenteur d'exécution**

Mais ça travaille tout seul.

En enseignement, on se limitera souvent à des petites pièces.

- **Coûts unitaires / temps d'exécution**

Procédé avant tout utilisé pour le prototypage,
ou pièces à très forte valeur ajoutée
ou aux très petites séries

Mais les procédés évoluent...

Budget

◆ Pour un budget donné, quels critères, privilégier ?

- Grand format mais que PLA ?
 - Plus petit format mais plus de performance (possibilité ABS avec plateau chaud) ?
 - Machine filtrée, ou non ?
 - Perenité du fabricant ; SAV de qualité ou choix du prix, ...
- Pour un choix raisonné, il faut un peu connaitre les tenants et aboutissants de cette technologie et se projeter dans l'utilisation que vous en aurez.



◆ La conformité aux normes (CE) est obligatoire.

Mais en pratique elle n'est vérifiée qu'aléatoirement par les douanes ou en cas d'accident. Plus de 80 % des imprimantes 3D actuellement sur le marché sont juste « auto certifiées » sans avoir été testées par un bureau de contrôle compétent. Donc sans aucune assurance de conformité effective.

Une imprimante 3D n'est pas dangereuse en soi, mais subsistent les risques électrique et incendie.

Nous refusons le risque qu'il advienne un accident sur une machine non conforme.

De fait cela élimine nombre de machine en provenance de startups.

Volume d'impression

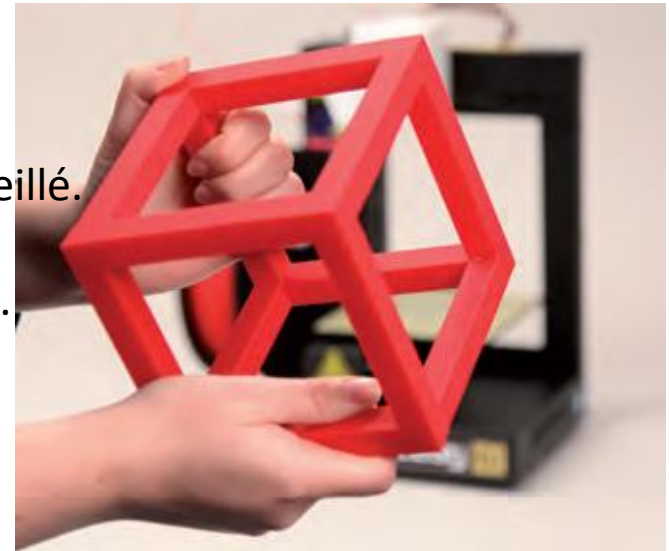
◆ Un grand volume d'impression est tentant.

Or, plus la pièce réalisée est grande, plus on rencontre de difficultés techniques de réglage et de déformation des pièces. Passé 20cm, sans plateau chauffant, même avec du PLA, c'est problématique.

- Le processus d'impression est lent et dans le contexte du collège ou du lycée, on lance rarement des impressions de 24 heures ; ça limite la taille des pièces autour de 10 cm.
- Un grand plateau est surtout utile pour imprimer plusieurs pièces côte-à-côte (pendant la nuit par exemple).

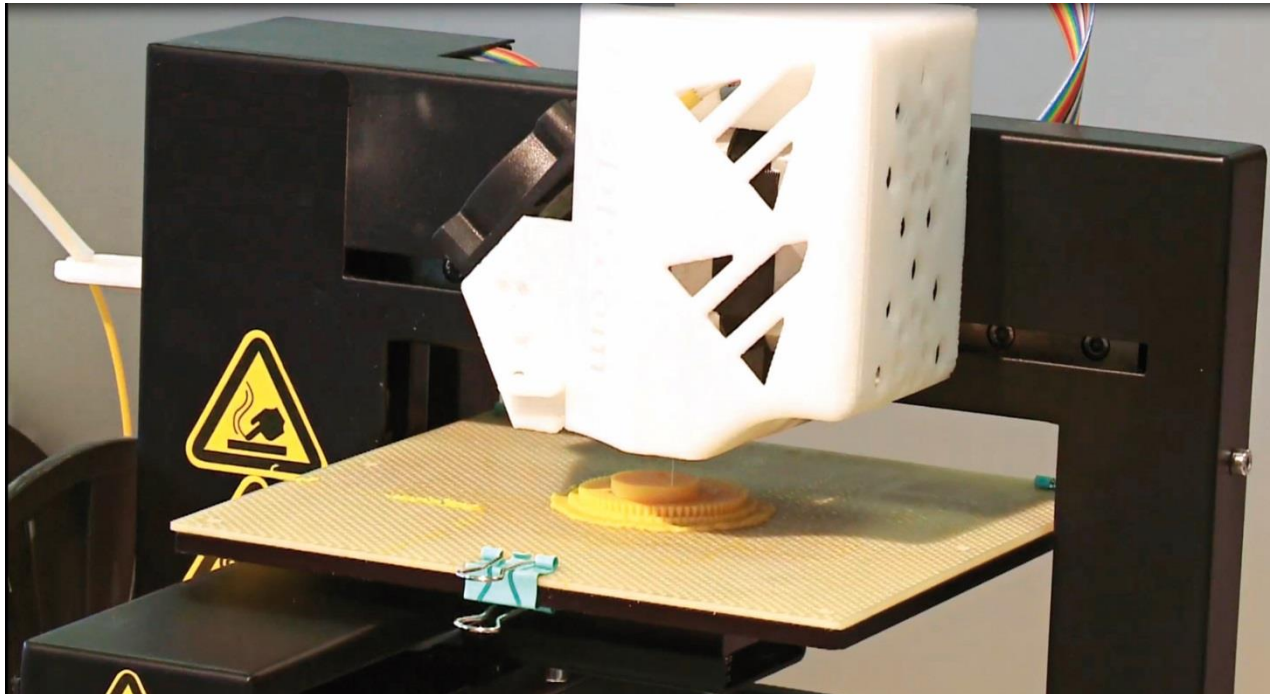
Pour réaliser de grandes pièces, un grand plateau est conseillé. Mais on peut découper une grande pièce en plusieurs morceaux à imprimer séparément et que l'on colle ensuite. Windows 10 intègre un outil qui le permet facilement.

Pour une meilleure productivité, à coût égal, plusieurs « petites » machines seront préférables.



Plateau chauffant ?

- ◆ Un plateau chauffant Indispensable pour travailler l'ABS?
Sans quoi on ne pourra utiliser que le PLA qui est moins intéressant pour des pièces mécaniques (mauvaise tenue en température (50° maxi) et au frottement).

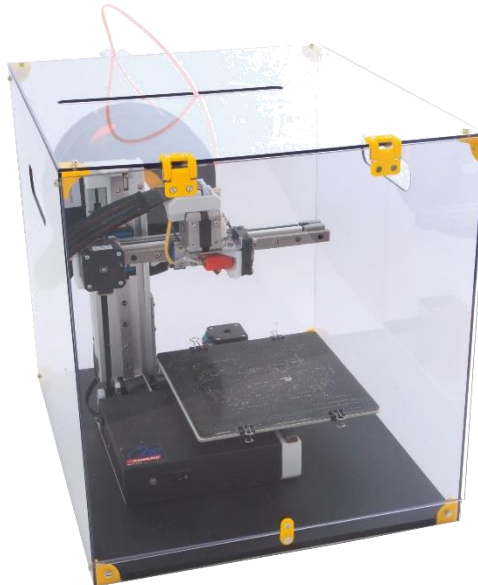
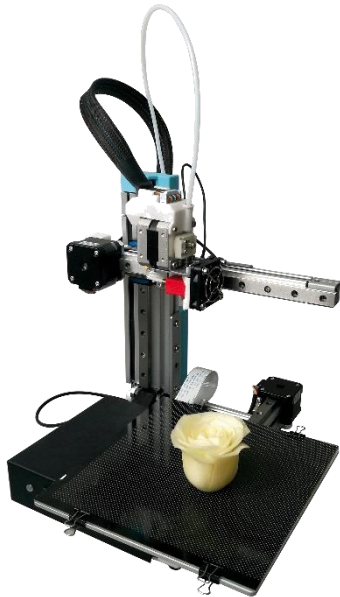


Machine fermée / ouverte ?

◆ Une ambiance thermique stable et chaude de la zone d'impression est nécessaire pour éviter la déformation des pièces.

Une machine fermée avec plateau chauffant est quasiment indispensable pour imprimer des pièces ABS.

Une machine fermée avec filtration et recyclage de l'air interne est une sécurité supplémentaire pour éviter l'émission de microparticules ou composés volatiles autour de la machine (qui sont en réalité assez faibles).



Epaisseur de couche

Critère peu intéressant : les machines se valent

◆ L'épaisseur de couche (Z)

Ce n'est pas un indicateur de précision ou de résolution mais un incrément de déplacement du plateau dans le seul axe vertical (Z) et qui ne dit rien de la précision en X et Y.

N'espérez pas obtenir mieux que le \pm un dixième (0,1mm) avec une imprimante 3D de table. En général, on imprime en couches de 0,2mm.

Une épaisseur de couche plus fine améliore l'état de surface dans les faibles pentes mais augmente en proportion le temps d'impression et n'améliore pas le respect des géométries ou des cotes.

Ce n'est pas un critère déterminant.

Toutes les machines proposent a minima 0,15mm.



Vitesse d'impression

**Critère impossible à évaluer par des chiffres
Seuls des tests comparatifs peuvent parler**

◆ La vitesse de déplacement ou le débit de l'extrudeur sont des faux critères.

Il n'y a pas de norme, chacun dit ce qu'il veut.

La vitesse maxi de déplacement c'est comme la vitesse maxi d'une voiture, ça ne donne pas le temps de trajet dans les embouteillages. La vitesse de la buse est limitée par la nécessité de souder les couches entre elles. Pour aller plus vite, il faudrait chauffer plus fort le plastique, qui brûlerait.

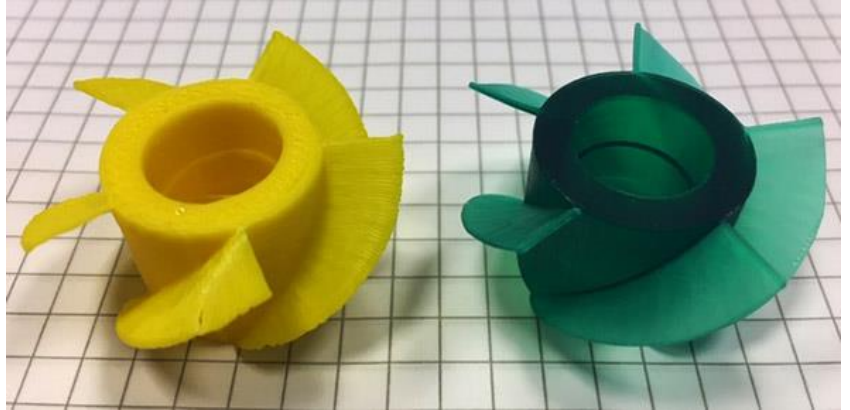
Le débit de plastique (cm^3 / h) : en pratique, ce n'est pas le débit qui limite la vitesse d'impression. En revanche, un débit mal maîtrisé induit de mauvais états de surface et des cotes pas tenues.

En pratique ne vaut que la comparaison entre différentes machines pour imprimer la même pièce avec les mêmes paramètres et pour la même qualité finale.

On constate que les UP sont plus rapides mais pas dans les mêmes proportions selon les pièces imprimées.

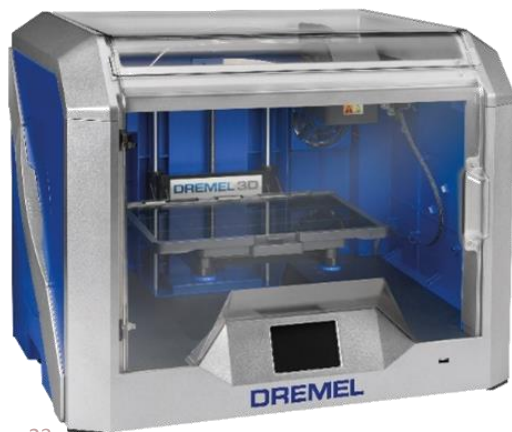
Comparatif

- Filament fondu (FDM)
- Stéréolithographie (SLD / SLA)



Dremel

Simplicité / fiabilité
Machines fermées
Mais surtout pour du PLA



UP

Performance et fiabilité
logiciel UP Studio performant et facile
Plateaux chauds – Tous filaments
Mais nécessitent un réglage correct



Ultimaker

Performance et fiabilité
Logiciel Cura / Ultimaker très performant
Mais Cura « usine à gaz » en mode expert





Gamme chez A4

Select mini

Premier prix



Craft bot

Grand format



Delta rework

Système Delta





Gamme chez A4

Isun L120

Stéréolithographie bon marché

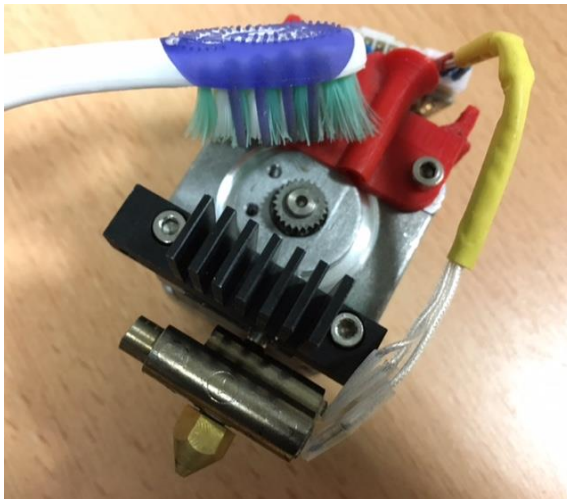
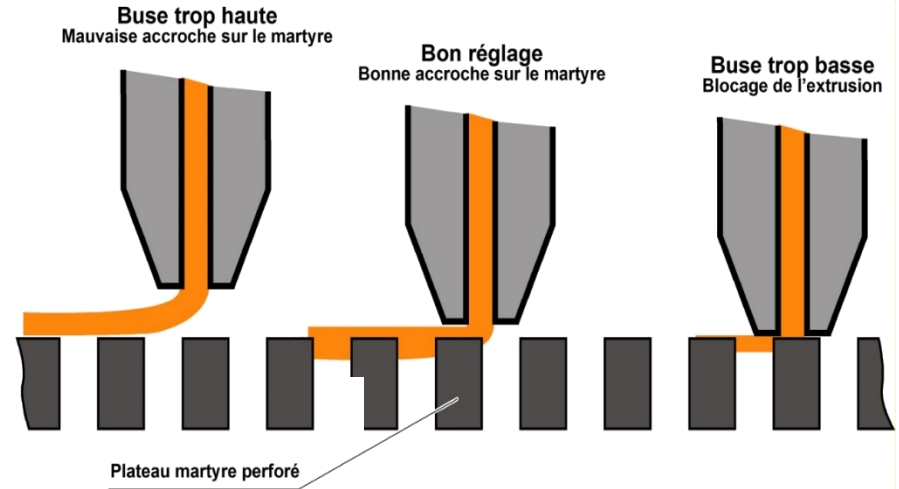


Inkspire Zortrax

Stéréolithographie plus ergonomique

Entretien et réglage

**Il faut savoir régler
correctement la hauteur et
le parallélisme du plateau**



**Moins souvent il faut savoir
nettoyer l'extrudeur**

**Rarement il faut savoir
démonter la buse**



Les filaments

Les machines UP utilisent un filament de type standard, diamètre 1,75 mm.

- Elles peuvent extruder toutes matières : les classiques constructeurs sont pré paramétrés ; on peut paramétrer aussi des filaments particuliers.

Le filament constructeur est la référence qualité

Les filaments testés « compatibles » sont presque aussi bien pour les pièces simples.
On peut tester tout filament diamètre 1,75 (toujours comparer au filament constructeur)

Les filaments sont périssables

Avec le temps ils se dessèchent, deviennent cassant et donnent de très mauvais résultats.

Les filaments n'aiment pas **la lumière, le froid, le chaud, l'humidité.**
Il faut les conserver dans le placard, dans une pièce tempérée.

Par précaution, on marque la date d'ouverture sur chaque bobine.

Une importante proportion des défauts d'impression est due à un mauvais filament.



**Quand on rencontre un problème d'impression,
Le premier réflexe à avoir est de revenir à un filament constructeur récent.**

Les filaments

◆ Il existe deux standards de filaments : Ø1,75 et 3mm.

Il faut que la machine accepte un de ces standards.

Cependant, il est préférable que le fabricant propose son filament « constructeur » (au standard 1,75 ou 3mm).

C'est une garantie de sérieux et de maîtrise des réglages. La qualité du filament est déterminante pour la réussite d'une impression.

ABS, PLA et autres matériaux

L'ABS est la matière plastique la plus appropriée pour la réalisation de pièces techniques avec les imprimantes 3D de table, car elle allie bonne résistance mécanique et thermique.

Il faut impérativement une imprimante équipée d'un plateau chauffant pour imprimer des pièces en ABS sans qu'elles ne se déforment trop.

Le PLA fond à plus basse température que l'ABS, ce qui le rend plus facile à imprimer. Les pièces obtenues ne tiennent pas bien en température et vont se déformer au soleil. On imprime plus facilement des grandes pièces en PLA. Il n'est pas bien adapté à la réalisation de pièces soumises à frottement ou chaleur. Le PLA est présenté comme écologique car il provient de la synthèse de matières issues du végétal

