

# Comportement des pièces obtenues par impression 3D

ABOUZAID Khaoula<sup>1</sup>, CHOUAF Abdelkarim<sup>1</sup>, CHERGUI M'Hamed<sup>1</sup>

Email: Khaoula.abouzaid@ensem.ac.ma

<sup>1</sup> Laboratoire Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures (LCCMMS), Université Hassan II Casablanca, ENSEM, Route D'El Jadida, Casablanca 8118.

Email : Khaoula.abouzaid@ensem.ac.ma

**Résumé-** La fabrication additive désigne la technique de production des pièces en trois dimensions à partir des données numériques par ajout séquentielle de matière, usuellement, couche par couche.

Cette technique présente plusieurs avantages par rapport aux procédés classiques. Elle est économiquement appropriée à la production de pièces de grande complexité géométrique en un temps réduit et par un faible coût. C'est la raison pour laquelle, ce procédé s'introduit progressivement dans les secteurs liés aux industries automobiles, aéronautiques et médicales.

La présente étude se limite, surtout, au prototypage rapide à base liquide, connue sous le nom «Fused Deposition Modeling (FDM)». Nous allons traiter plus précisément l'étude de l'influence des paramètres d'impression sur la qualité des pièces obtenues par ce procédé.

## I. INTRODUCTION

La fabrication additive est une nouvelle technique de production des pièces tridimensionnelles à partir d'un modèle issu de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO). Elle est apparue dans les années quatre-vingts et développée jusqu'à nos jours. Son principe est basé sur l'ajout successif de matière, couche par couche. Dans chaque couche, la matière est agglomérée grâce au déplacement de la buse de dépôt suivant une trajectoire de fabrication programmée. Cette technologie est considérée alors comme étant le procédé de fabrication le plus économique. Il existe plusieurs techniques de fabrication additive qui se différencient en fonction de la matière première utilisée et de sa solidification (figure. 1) [1, 2].

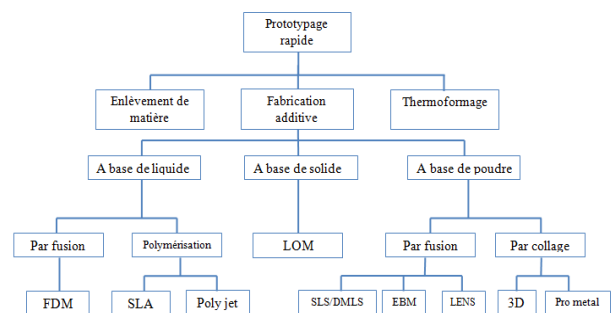


Figure 1: Différentes techniques de la fabrication additive

Toutes ces techniques sont généralement basées sur trois principales étapes : la création du modèle virtuelle, l'impression de la pièce et finalement l'étape de post-traitement (figure. 3) [3].

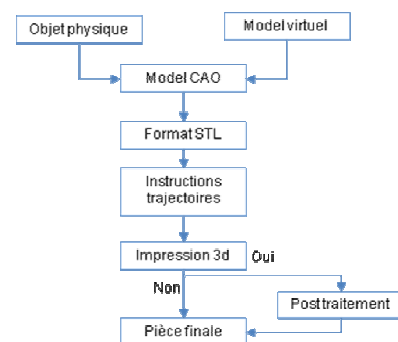


Figure 3: Principales étapes d'impression 3d

La première étape avant l'impression consiste à préparer le fichier CAO 3D de l'objet à imprimer et sa traduction en instructions machine. Cette étape sous-entend la conversion du modèle de

départ en fichier lisible au sens commandes de machine.

La deuxième étape concerne les choix techniques du processus d'impression comme le choix du matériau d'apport et les paramètres d'impression optimaux. Le choix du matériau peut être restreint dépendant de la technologie d'impression. Cependant, différents matériaux sont actuellement utilisables comme les plastiques, les céramiques, les résines, les métaux et les alliages, les matériaux biologiques, et même différents types d'aliment. Néanmoins, l'utilisation la plus commune est l'impression de plastiques, résines, métaux, ou céramiques.

La troisième étape est celle du post-traitement de la pièce imprimée. Cette étape n'est pas essentielle à la tenue des pièces mais elle peut corriger un certain nombre de défauts comme la rugosité ou la porosité.

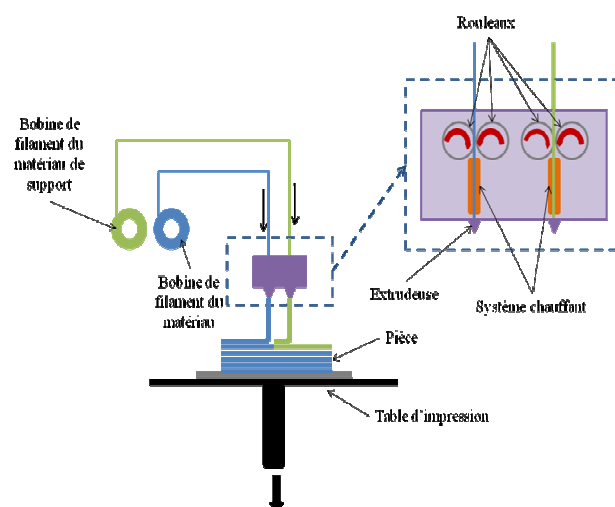
Récemment, la technique de dépôt de matière fondue a pris une grande importance dans le marché de la fabrication additive suite au faible coût du procédé par rapport aux autres alternatives et à la non exigence du post-traitement chimique de la pièce finale.

Ce qui suit porte sur la présentation de cette technique ainsi les différentes études réalisées dans le but d'améliorer son produit.

## II. TECHNIQUE DE DEPOT DE MATIERE FONDUE

La technologie de dépôt de matière fondue est connue sous le nom « Fused deposition modeling » (FDM) (figure. 2). Elle a été brevetée par Scott Crump en 1988 [4, 5] et commercialisée par la société Stratasys (USA) en 1992. Elle utilise un système chauffant permettant de

réaliser des pièces à partir d'un filament de matière, bien souvent à base de plastique (acrylonitrile butadiène styrène - ABS, polycarbonate - PC,...). Ce système chauffant joue le rôle principal dans l'opération d'impression par cette technique. Il permet de fondre la matière première afin de former des filaments quasi-fondus dans le but de fabriquer la géométrie estimée, couche par couche, en suivant des trajectoires données par le fichier virtuel.



*Figure. 2. La technique de la FDM*

Ces trajectoires sont fixées suite à une série de manipulation exigée, composée de plusieurs paramètres qui présentent une influence aperçu sur le produit obtenu par la technique de FDM.

C'est la raison pour laquelle les recherches actuelles sont focalisées sur l'étude de l'impact de ces paramètres sur le produit final en vue d'améliorer ses propriétés.

Il existe plusieurs paramètres influençant sur le comportement des pièces imprimées dont les plus sont décrits comme suit [6]:

- Orientation d'impression: c'est l'angle suivant lequel la pièce est imprimée.
- L'épaisseur de la couche : c'est l'épaisseur de la couche déposée par la tête d'impression sur la table d'impression.

## Volume I N° 3

### Revue de l'Entrepreneuriat et de l'Innovation

- Le vide connu par « Air gap »: c'est le vide entre les filaments au niveau de la même couche.
- Angle de raster: c'est l'angle entre le filament déposé est l'axe X au niveau de la première couche imprimée. Généralement cet angle est compris entre 0° et 90°.
- Largeur de raster: c'est la largeur du filament déposé.
- La vitesse d'extrusion: c'est la vitesse du dépôt de la matière.
- Style de remplissage: c'est le type de remplissage de la pièce. Il est défini par le pourcentage de remplissage de la pièce par la matière.

#### III. COMPORTEMENT DES PIÈCES OBTENUS PAR LA FDM

De nombreuses études ont été réalisées pour connaître les degrés d'influence des paramètres d'impression sur la qualité des pièces imprimées.

Un résumé des travaux réalisés, à l'aide des méthodes d'optimisation, dans le but de déterminer l'impact de différents paramètres d'impression sur les propriétés des pièces fabriquées par la technique de FDM est présenté sur le tableau ci-dessous (tableau. I).

Tableau I: résumé des travaux d'optimisation réalisés sur la technique de FDM

Réf	Propriété étudiée	Paramètres d'entrée	Paramètres de sortie	Paramètres influençant
Anoop Kumar Sood et al. [7, 8, 9]	ABS	Epaisseur de couche, orientation d'impression, angle de raster, largeur de raster, air gap	Précision dimensionnelle	Orientation d'impression
			Résistance à la traction	Tous les paramètres
			Résistance à la compression	Tous les paramètres
Anitha et al. [10]	ABS	Epaisseur de couche, largeur de raster, vitesse d'extrusion	Etat de surface	Epaisseur de couche
T. Nancharaiah [11]	ABS	Angle de raster, largeur de raster, air gap	Etat de surface, Précision dimensionnelle	Tous les paramètres
Farzad Rayegani et al. [12]	ABS	Orientation d'impression, angle de raster, largeur de raster, air gap	Résistance à la traction	Tous les paramètres
Biranchi Narayan Panda [13]	ABS	Epaisseur de couche, angle de raster, largeur de raster, air gap	Résistance à la traction	Tous les paramètres
Stephen O. Akande [14]	ABS	Epaisseur de couche, vitesse d'extrusion, style de remplissage	Etat de surface, Précision dimensionnelle	Tous les paramètres
Anoop Kumar Sood [15]	ABS	Epaisseur de couche, orientation d'impression, angle de raster, largeur de raster, air gap	Précision dimensionnelle	Tous les paramètres
Samir Kumar PANDA [16]			Résistance à la traction, résistante à la flexion	Epaisseur de couche, angle de raster, largeur de raster
H. Rezayat et al. [17]	ABS	Angle de raster, air gap	Porosité, résistance à la traction	Tous les paramètres

#### IV. CONCLUSION

La technique de dépôt de filaments de matière fondue réalise un succès important grâce à son faible cout, sa facilité de mise en œuvre et la versatilité des matériaux d'apport. Néanmoins, les défauts et des imperfections du produit obtenu par ce procédé ouvrent un champ d'exploration permettant d'optimiser les propriétés des pièces FDM. Parmi les challenges actuels, on peut citer : l'optimisation des paramètres d'impression par cette technique pour arriver à une performance équivalente aux procédés standards de mise en forme comme le thermoformage ou l'extrusion.

#### References

- [1] **S. Guessasma et al.** *Challenges of additive manufacturing technologies from an optimization perspective*. 2015, Int. J. Simul. Multisci. Des. Optim., Vol. 6.
- [2] **J. Kietzmann et al.** *Disruptions, decisions, and destinations: Enter the age of 3-D printing and additive manufacturing*. 2015, Bus Horizons, Vol. 58, pp. 209-215.
- [3] **H. Bikas et al.** *Additive manufacturing methods and modeling approaches: a critical review*. 2015, Int J Adv Manuf Technol.
- [4] **Crump S. Scott.** *Apparatus and method for creating three-dimensional objects*. 1992, 5,121,329 US, June 9.
- [5] **Crump, S Scott.** *Modeling apparatus for three dimensional objects*. 1994, 5,340,433 US, August 23.
- [6] **Mohamed Omar et al.** *Optimization of fused deposition modeling process parameters: a review of current research and future prospects*. 1, 2015, Advances in Manufacturing, Vol. 3, pp. 42-53.
- [7] **AK, Sood et al.** *Improving dimensional accuracy of fused deposition modeling processed part using grey Taguchi method*. 10, 2009, Mater Des , Vol. 30, pp. 4243-4252.
- [8] **AK, Sood et al.** *Parametric appraisal of mechanical property of fused deposition modeling processed parts*. 1, 2010, Mater Des , Vol. 31, pp. 287-295.
- [9] **Sood, A K et al.** *Experimental investigation and empirical modeling of FDM process for compressive strength improvement*. 2012, Journal of advance research, Vol. 3, pp. 81-90.
- [10] **Anitha, R et al.** *Critical parameters influencing the quality of prototypes in fused deposition modelling*. 1-3, 2001, J Mater Process Technol , Vol. 118, pp. 385-388.
- [11] **Nancharaiah et al.** *An experimental investigation on surface quality and dimensional accuracy of FDM components*. 2, 2010, Int J Emerg Technol , Vol. 1, pp. 106-111.
- [12] **Rayegani Farzad et al.** *Fused deposition modelling (FDM) process parameter prediction and optimization using group method for data handling (GMDH) and differential evolution (DE)*. 1-4, 2014, he International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 73, pp. 509-519.
- [13] **Panda Biranchi Narayan et al.** *comparative evaluation of optimization algorithms at training of genetic programming for tensile strength prediction of FDM process part*. 2014, Procedia Materials Science , Vol. 5, pp. 2250 – 2257.
- [14] **O. Akande Stephen.** *Dimensional Accuracy and Surface Finish Optimization of Fused Deposition Modelling Parts using Desirability Function Analysis*. Issue 04, April-2015, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. Vol. 4, pp. 196-202.
- [15] **Sood Anoop Kumar.** *Grey Taguchi Method for Improving Dimensional Accuracy of FDM Process*. 2010. AIMS International Conference on Value-based Management .
- [16] **PANDA Samir Kumar et al.,** *Optimization of Fused Deposition Modelling (FDM) Process Parameters Using Bacterial Foraging Technique*. 2009, Intelligent Information Management, Vol. 1, pp. 89-97.
- [17] **H. Rezayat et al.,** *Structure-mechanical property relationship in fused deposition modelling*. 8, 2015, Materials Science and Technology, Vol. 31.