

Projet EC3DP

Electronic circuit by 3D printing

Financement : HES-SO

Durée : 30 mois

Professeurs engagés dans le projet :

Sylvain Hugon – HEIG-VD

Efrain Carreno-Morelli – HES-SO Valais Wallis

Maurizio Tognolini – HEIG-VD

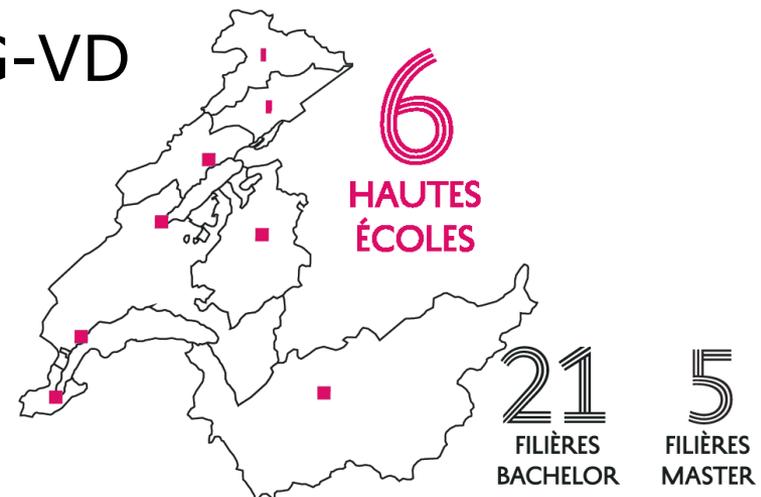


Table des matières

- Contexte du projet
- Résultats obtenus
- Livrables
- Valorisation
- Conclusion
- Annexes

Contexte du projet

Etudier la faisabilité d'impression de circuits électroniques avec :

- circuits dessinés en 3D puis imprimés par alternance de poudre et de dépôt de polymères.
- composants électroniques de surface, en position puis soudés.

Contexte du projet

Investigations dans 5 directions critiques

- Recherche d'une méthodologie CAO adaptée à l'impression de PCB en 3D.
- Recherche sur les matériaux à base de poudres métalliques.
- Positionnement précis et soudage de composants.
- Mise au point procédé adapté à l'impression multi-matière et multiformes (poudre vs feuilles).
- Intégration de technologies complexes sur une même base machine.

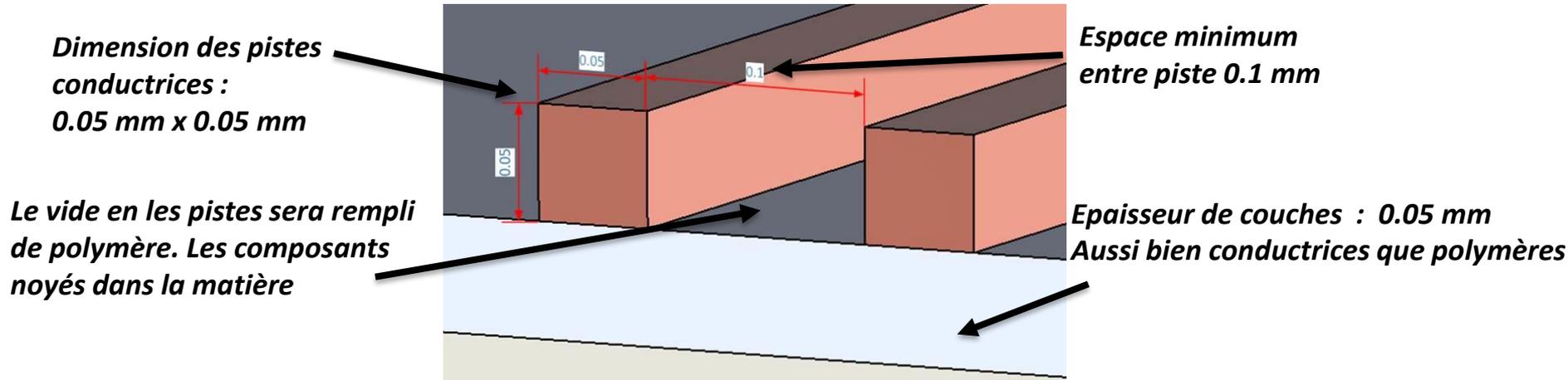
Contexte du projet

Méthodologie annoncée

1. Identifier les poudres métalliques utilisables apportant les caractéristiques mécaniques et conductrices souhaitées
2. caractériser 2 types de matériaux (polymère et métal / poudre vs feuille)
3. Caractériser le couple obtenu

Contexte du projet

Concept



- Objectif "gold standard" à long terme / 4 ans
- Objectif quantitatif visé
Epaisseurs pistes < 0.5mm pour POC initial

Contexte du projet

Changement de stratégie en début de projet !

Fait en début de projet (phase 1):

Etude de faisabilité du dépôt de feuille polymère sur substrat de poudre métallique conformément au Brevet de M. logé / EPFL EP15202168.9

Conclusion :

Sur base brevet partenaire et méthodes décrites dans la littérature :

Maintien de la feuille et dépôt difficile voir impossible dans les zones visées

-> ECHEC -> retour au point de départ

Contexte du projet

Décision prise :

Nouvelle stratégie basée sur les procédés SLS/SLM poudre

Redéfinition objectif N°1 :

Développer une méthodologie de conception adaptée aux procédés lasers SLM/SLS pour impression de poudres métaux/polymères

-> Mise en place d'outils et de macros de construction des pcb en 3D sous Altium Designer exportable en multicouches Solidworks

Résultats obtenus (I/X)

Rappel de l'objectif principal initial annoncé

« Le proof of concept sera un circuit imprimé avec un sandwich multicouches sur lequel seront déposés des composants réalisant une fonction simple, ou une simple fonctionnalité électrique permettant d'être testée. »

Résultat en comparaison de l'objectif prévu :

Partiellement réalisé : 75 %

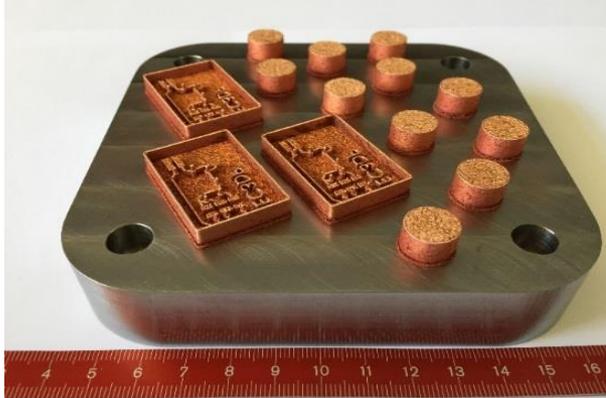
- Circuit obtenu par SLS / SLM
- Fonctionnalité électrique simple testée sans composants déposés en surface : conduction et isolation électrique
- *Pas de sandwich multicouches :*

Impossible à réaliser sans palettes indexées permettant le passage entre machine métal et plastique pour obtenir un procédé répétable couche par couche.

Résultats obtenus (I/X)

Résultat obtenu à la clôture du projet

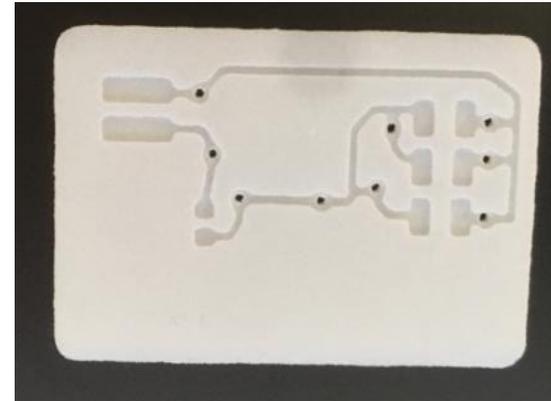
Source : HES-SO Valais



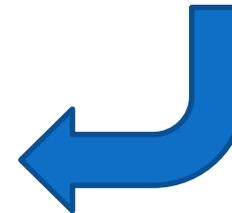
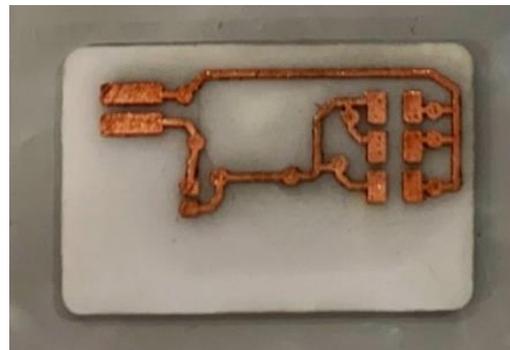
Pièce en cuivre 96.8% / 0.13 mm hatch distance
243 J.mm⁻³ de densité d'énergie
Dimension pistes : 0.35 à 0.52 mm
Procédé SLM



Source : HEIG-VD - COMATEC



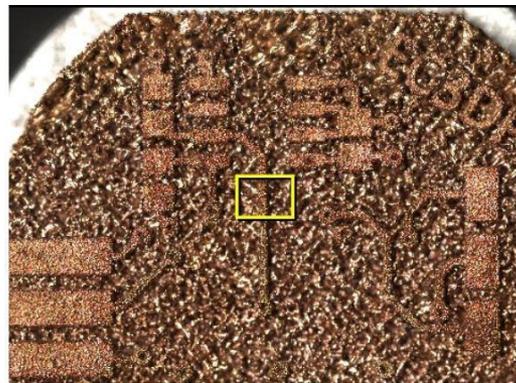
Support en PA12 – épaisseur couche 0.1
Puissance 10.6W
Procédé SLS



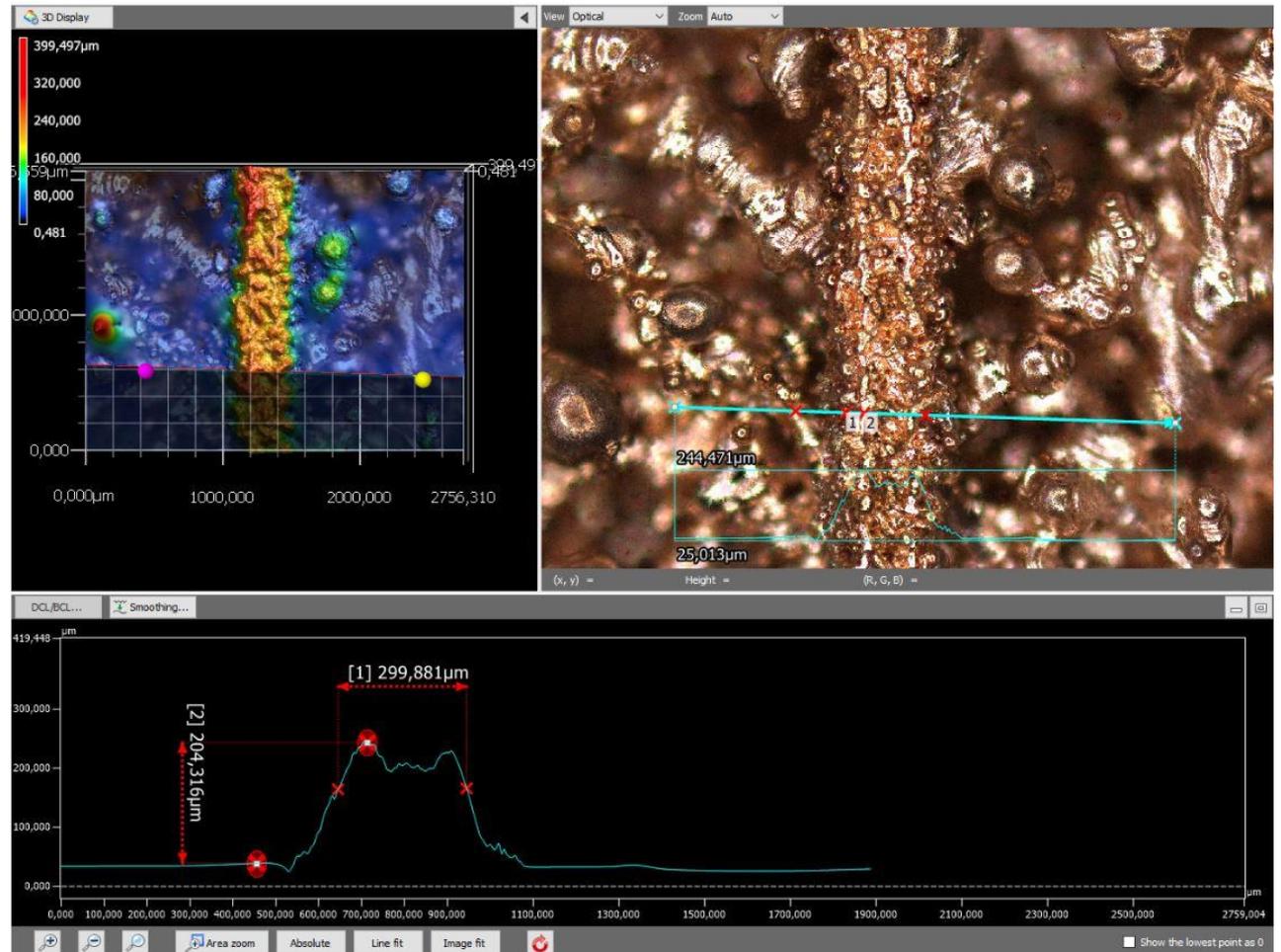
POC initial réalisé assemblé manuellement

Résultats obtenus (I/X)

Résultat obtenu en 2020 : impression cuivre

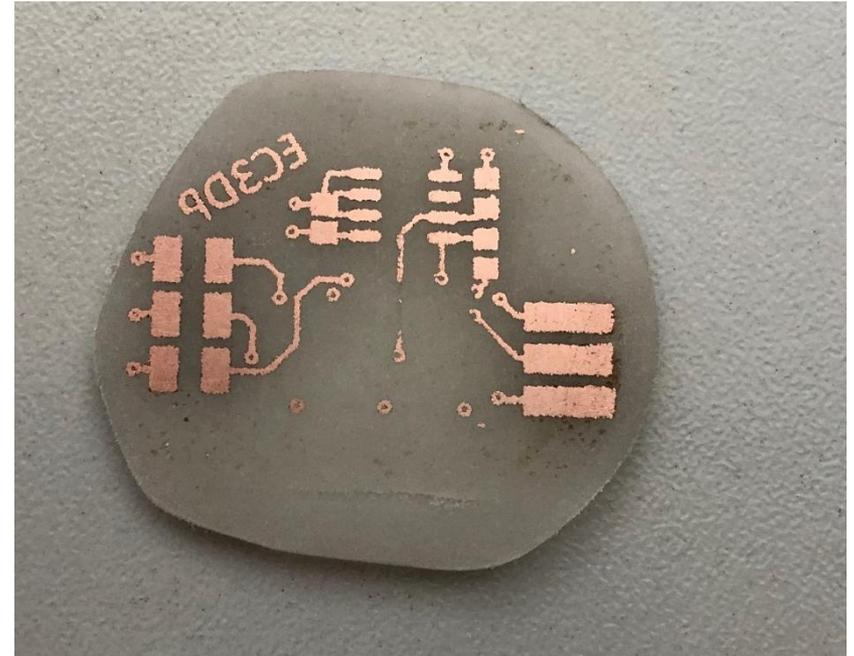
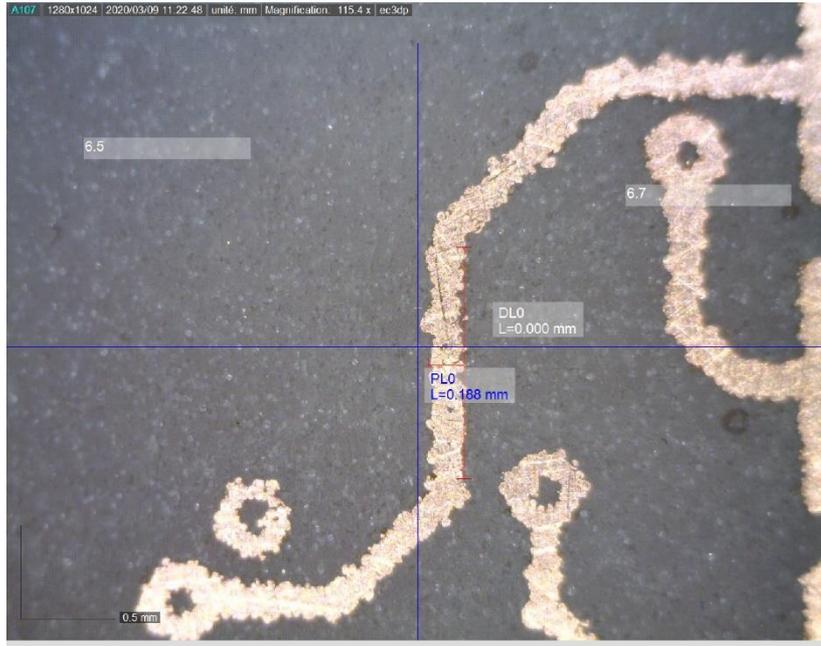


Source : HEIG-VD - COMATEC



Résultats obtenus (I/X)

Résultat obtenu en 2020 : POC actuel



Source : HEIG-VD - COMATEC

POC Dimensions obtenues :

Largeur / hauteur < 0.3x0.2 mm (0.188 mm)

Avec sous-couche d'accroche optimale permettant une impression directe

Reste à faire : palette indexée pour impression multi-couches

Livrables - Synthèse

Les éléments novateurs du projet sont :

- Faisabilité (risque/difficulté/temps de mises en œuvre/investissements)
-> faisabilité d'impression du cuivre en dimension acceptable avec des caractéristiques électriques suffisantes combinées à l'impression de poudre CU et PA12 par procédé SLS dans les mêmes dimensions pour obtenir des alternances conductrices et isolantes.
- Proposition d'un procédé complet automatique pour obtenir le multicouche

Perspectives :

Il faut diminuer les dimensions et obtenir un «vrai» multicouche

-> *Mise en place d'un système de palettes indexées pour permettre l'impression des sandwiches avec 2 machines SLS/SLM.*

Extension à d'autres matériaux et applications polymère/métal.

Valorisation scientifique (I/IV)

- *Valorisation annoncée dans la demande initiale :*

Réalisation

- 100%** Publications : 2 publications dans des revues des domaines de la conception industrielle et du développement des procédés.
- 100%** Mise en place d'une thèse conjointe HEIG-VD/EPFL – En cours – fin en 2022
- 100%** Le projet a donné lieu à 2 travaux de Bachelor et 1 travail de Master dans le domaine des matériaux et des procédés AM ainsi que de l'automatisation

Valorisation scientifique (III/IV)

Présentations publiques

21 Juin 2018 : Orthomanufacture

Yverdon-les-bains

“Technologies additives à disposition et potentiels de développement” - S. HUGON

Aout 2020 – Penser Industrie 4.0 – Y-Parc Yverdon

« Fabrication flexible digitalisée avec l'impression 3D » S. HUGON – S. BERNIS

Contacts directs industrie :

Thématique : impression connecteurs multi-matières

- Mandats directs pour impression de prototypes de connecteurs plug and play imprimés (coeur plastique et clipping métal avec connexions simples intégrées).

Partenariats de recherche en cours

Conclusion

EC3DP : Challenge élevé

Le projet a été ré-orienté et re-planifié car la recherche dans le domaine est complexe.

L'application initiale d'impression de PCB ne semble pas suffisamment mature : Piste conductrice 0.05 x 0.05mm gold standard à 4 ans -> 0.2x0.3 mm obtenu en 2020 par SLM/SLS

Domaines d'applications identifiés :

- Physique : mesures et rayonnement de lumière
- Connecteurs

Suite donnée :

- Finalisation prototype de machine multi-procédés financement HEIG-VD
Objectif : couches sandwich par dépôt de feuilles de cuivre avec dimensions proches «gold standard»

Merci pour votre attention !

Avez-vous des questions ?

- Haute Ecole Arc Ingénierie – HE-Arc Ingénierie
- Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture de Fribourg – HEIA-FR
- Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève – HEPIA
- HES-SO Valais/Wallis – Haute Ecole d'ingénierie – HEI-VS
- Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud – HEIG-VD
- Changins – Haute école de viticulture et œnologie

