

# Fabrication et densification de Matériaux céramiques mise en forme par technique additive

Jean-Christophe HORNEZ

M. Dehurtevent, L. Robberecht, S. Chamary, H. Curto, A. Leriche, A. Thuault, F. Chai, P. Béhin, F. Monteiro, E. Meurice, F. Bouchart.



### Histoire de la stéréolithographie (SLA)

La première version de cette technologie de fabrication additive est apparue dès les années 1970 avec les travaux du chercheur japonais Dr Hideo Kodama. Ce dernier inventa **une technique d'impression par couches en utilisant la lumière ultraviolette** pour durcir les polymères photosensibles.

Le terme “stereolithography” a été développé en 1986 par Chuck Hull lorsqu’il a breveté le processus. La même année Hull fonda la première entreprise d'impression 3D, **3D Systems Inc** pour assurer la commercialisation de son brevet.

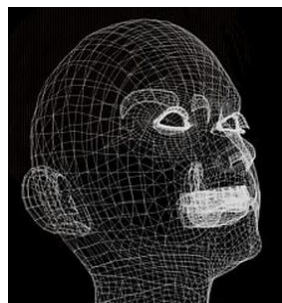


Chuck Hull

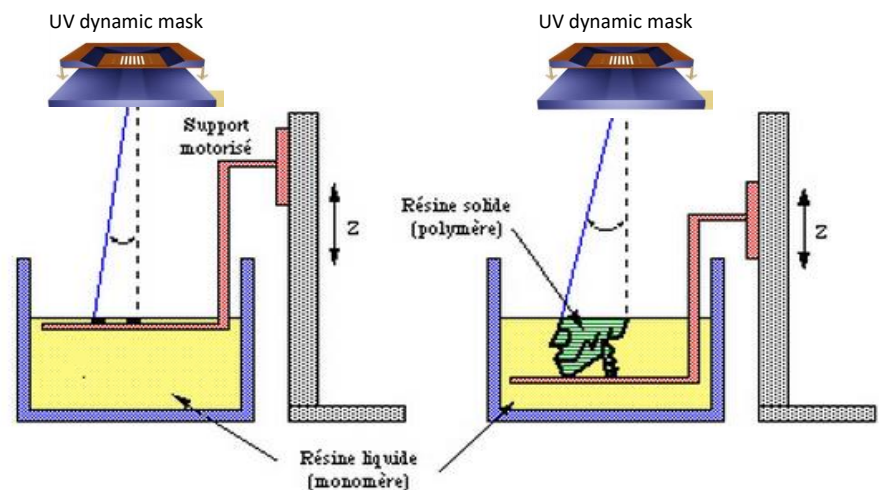
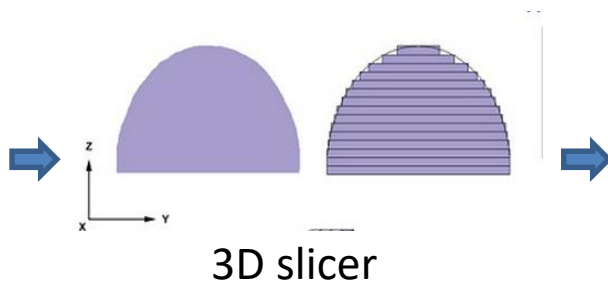
Hull définit la **stéréolithographie** comme une méthode de **création d'objets en 3D par impression successives** de couches minces, en utilisant une matière durcissable au contact de lumière ultraviolette. Un faisceau concentré de lumière ultraviolette est appliqué sur la surface du photopolymère liquide pour sécher et durcir les prototypes

## Technique d'impression par SLA

- \* Le processus débute avec un modèle de l'objet à fabriquer. Ce modèle est obtenu grâce à un logiciel de **CAO** ou par acquisition numérique d'un objet existant qu'on veut reproduire.
- \* Le modèle une fois dessiné doit être exporté dans un format standard, le format **STL** (pour STereoLithography). Ce format décrit les modèles sous formes de surfaces triangulaires contigües.
- \* Le modèle (en 3D) est découpé en tranches (2D) d'épaisseur fixe. Cette épaisseur est choisie par l'opérateur et détermine la résolution de la restitution. Ce paramètre détermine donc la précision de l'objet qui va être produit.
- \* L'objet est produit.



CAO

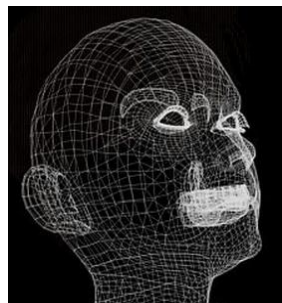




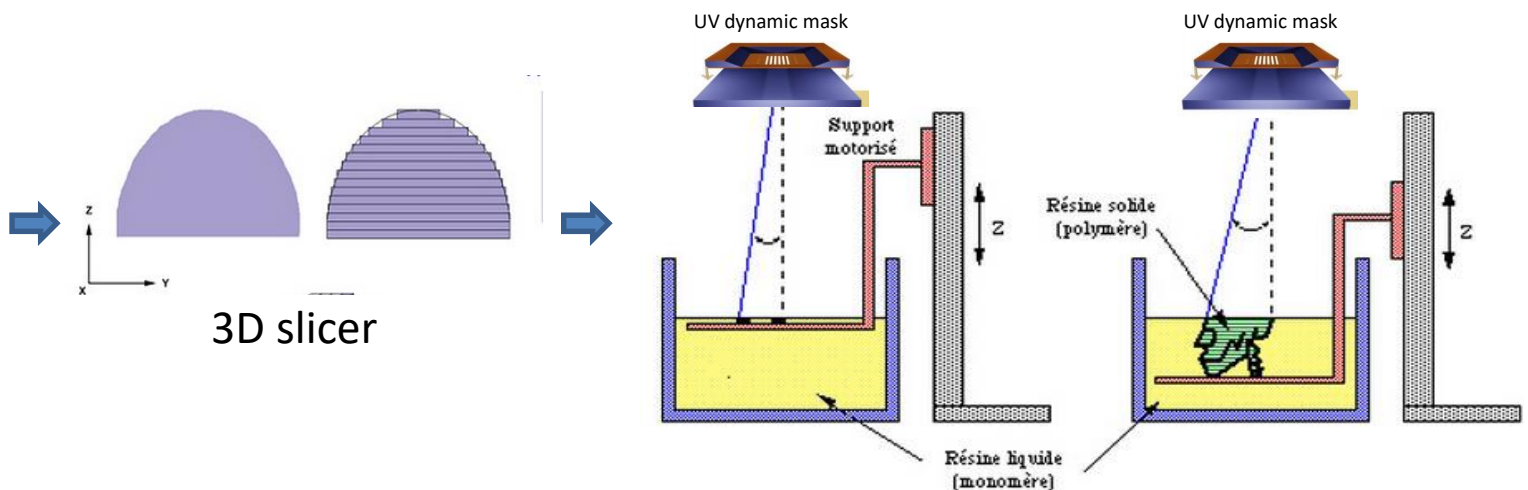
## Technique d'impression par SLA

\* La résine utilisée est généralement un mélange de monomères acrylates ou époxy et d'un photoinitiateur. Le rôle du photoinitiateur est, comme son nom l'indique, d'initier la polymérisation du matériau sous l'effet de la lumière.

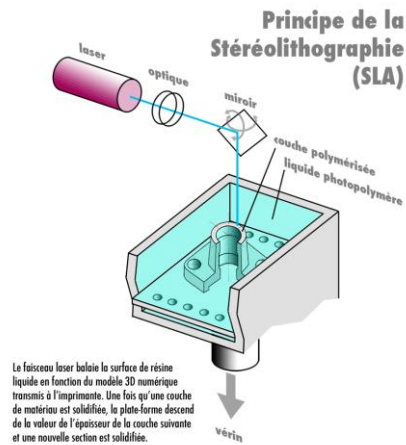
\* Dans ce procédé, une plateforme mobile est plongée dans une cuve de résine liquide. Cette plateforme supporte le modèle en cours de fabrication. La plateforme est positionnée à une profondeur  $H$  en dessous du niveau de la résine.



CAO

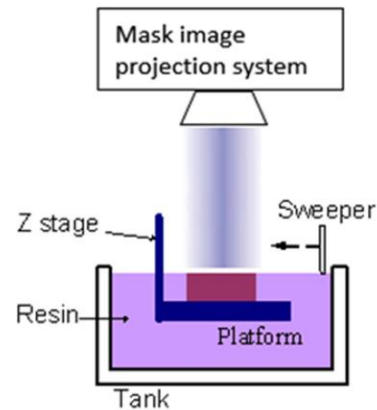
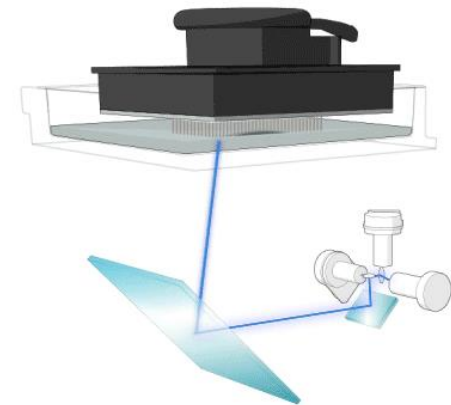


## Technique d'impression par SLA

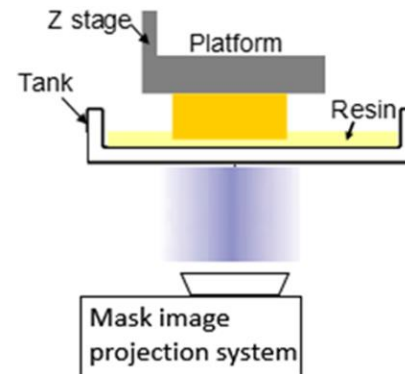


← LASER →

Masque  
dynamique



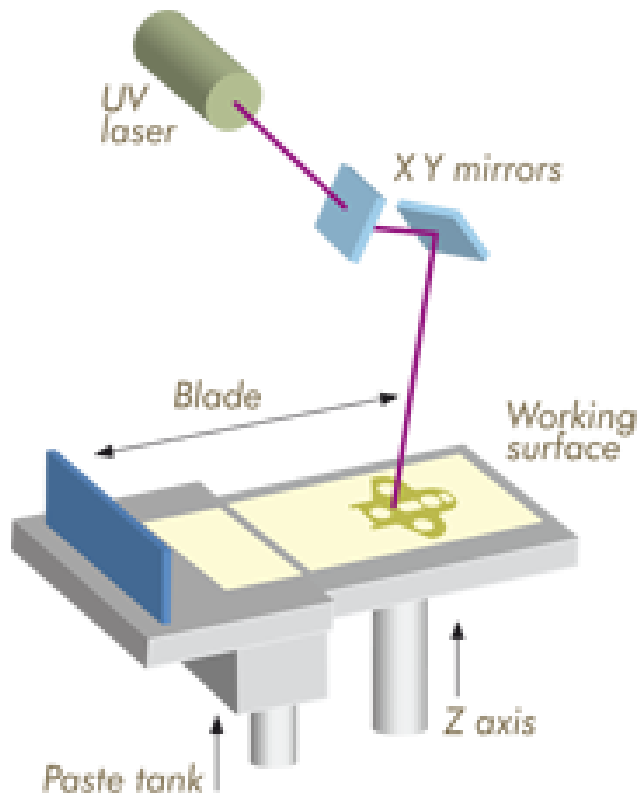
(a)



(b)

## Laboratoire des Matériaux Céramiques et Procédés Associés

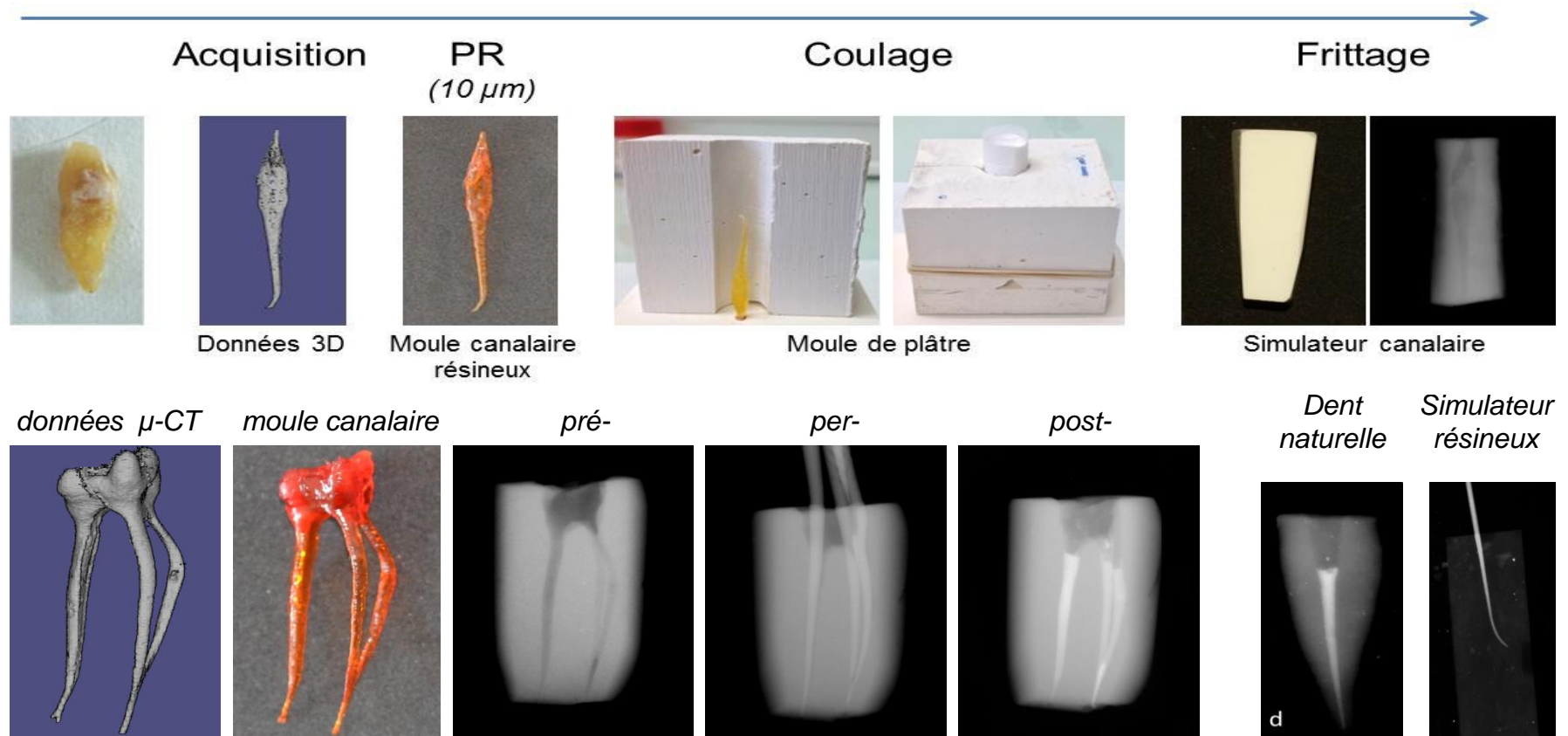
### Mise en forme de céramique (Ex: 3DCeram)





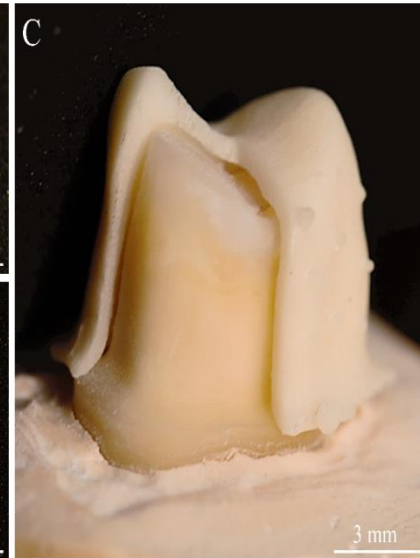
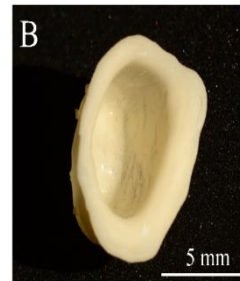
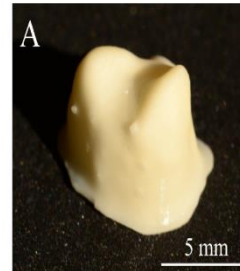
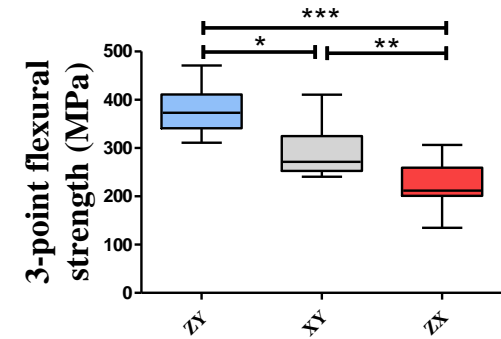
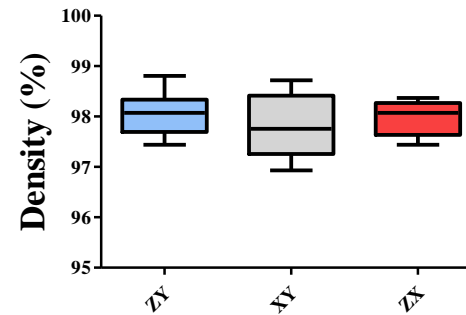
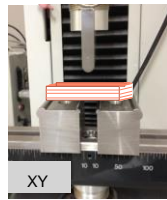
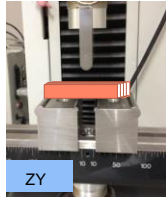
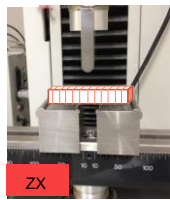
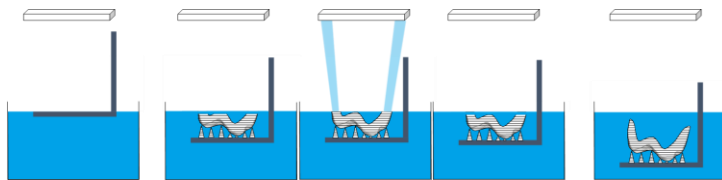
# Laboratoire des Matériaux Céramiques et Procédés Associés

## Mise en forme de céramique en utilisant un négatif organique



Simulateur reproductible et fidèle à la géométrie initiale  
Radio-opacité proche de la dent naturelle

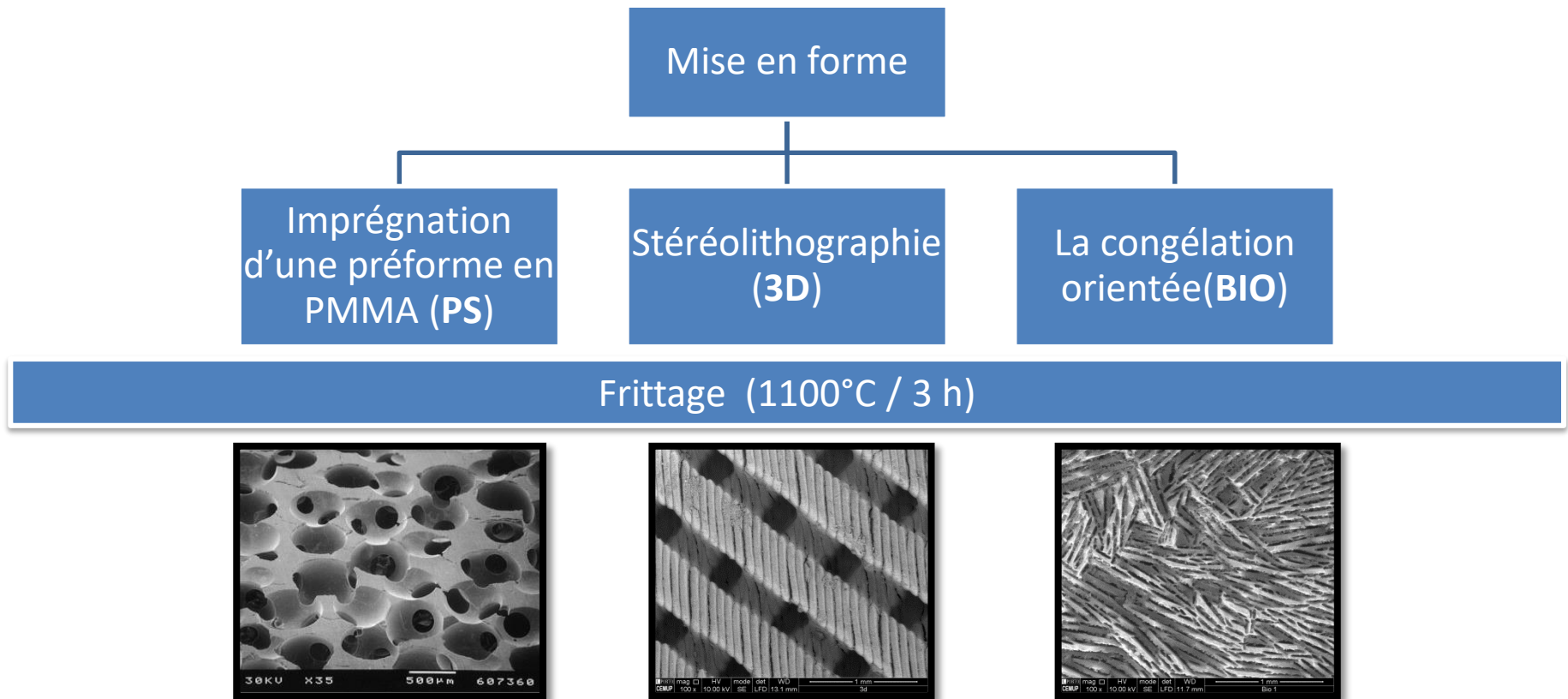
## Mise en forme d'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) par impression 3D





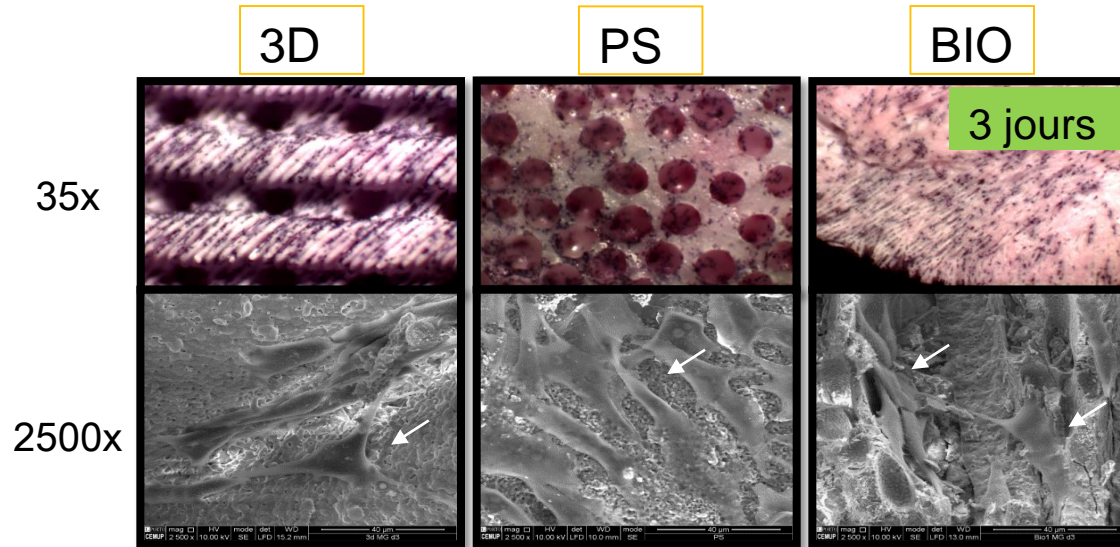
# Laboratoire des Matériaux Céramiques et Procédés Associés

Etude des liens entre une architecture poreuse de TCP et la recolonisation cellulaire

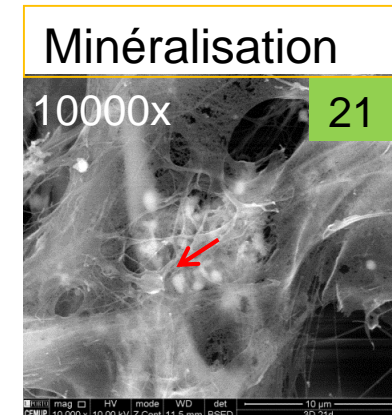
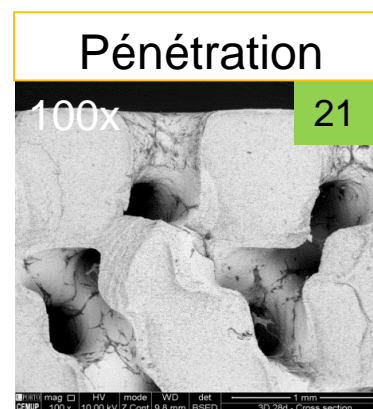
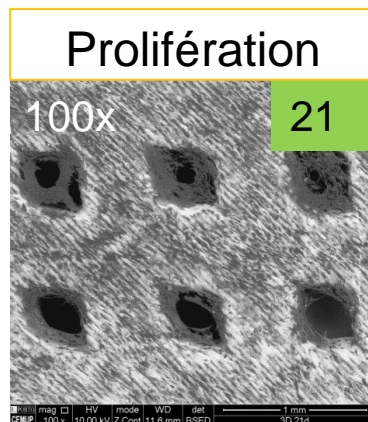


# Laboratoire des Matériaux Céramiques et Procédés Associés

Etude des liens entre une architecture poreuse de TCP et la recolonisation cellulaire

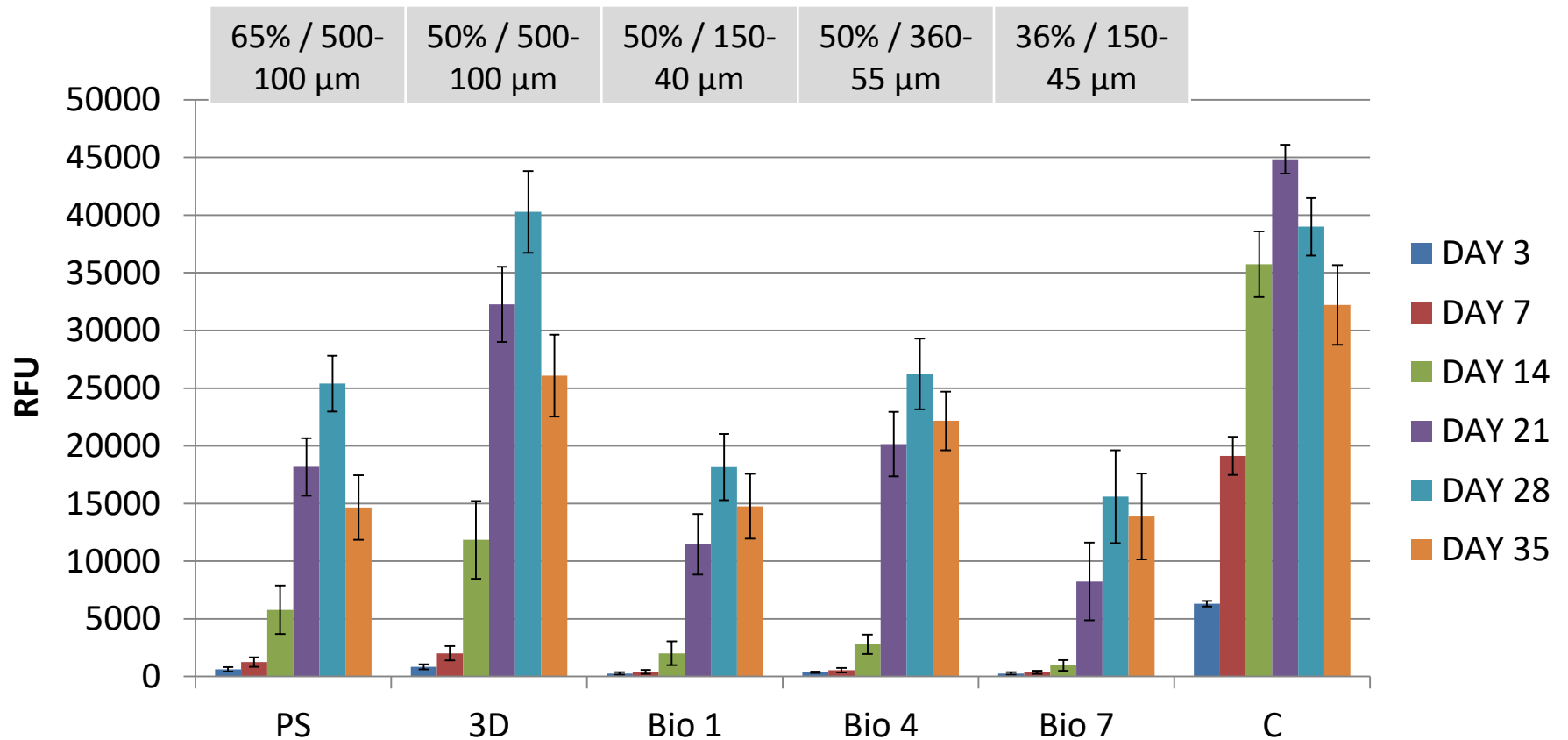


Test préliminaire:  
MG63



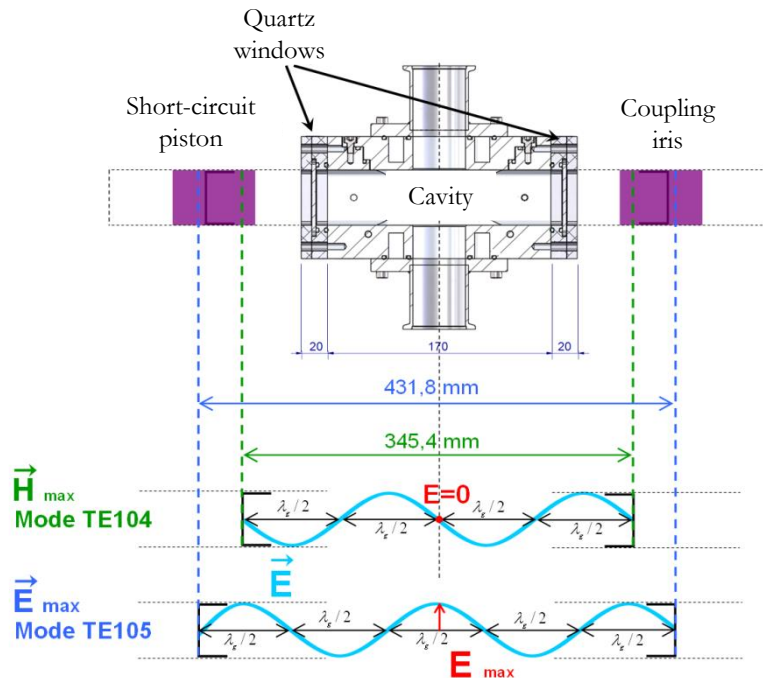
## Laboratoire des Matériaux Céramiques et Procédés Associés

### Evaluation de la prolifération cellulaire de Cellules souches mésenchymateuses humaines





## Frittage micro-ondes de céramiques



- ✓ Vitesse de chauffe rapide (plus de 200°C/mn)
- ✓ Traitement thermique court
- ✓ Consommation énergétique faible (100-400W)
- ✓ Déliantage et frittage en une seule étape



2.45GHz Single mode resonant-cavity



Green body  
reached by SLA

µw sintered  
piece

- ✓ Densité des parois : 98.2%

# Merci pour votre attention

## Questions?



CRIBC (chef de file)

[www.bcrc.be](http://www.bcrc.be)  
Mons  
+32 (0)65 40 34 34



Materia Nova

[www.materianova.be](http://www.materianova.be)  
Mons  
+32 (0) 65 55 49 02



UVHC-LMCPA

[www.univ-valenciennes.fr](http://www.univ-valenciennes.fr)  
Maubeuge  
+33 (0) 3 27 51 16 76



CRITT-MDTS

[www.critt-mdts.com](http://www.critt-mdts.com)  
Charleville-Mézières  
+33 (0) 3 24 37 89 89



Matikem

[www.matikem.com](http://www.matikem.com)  
Villeneuve d'Ascq  
+ 33 3 61 76 02 45



POM Oost-Vlaanderen

Gent  
+32 (0) 9 267 86 33



Wallonie



AVEC LE SOUTIEN DU FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL