

Rapport final

Projet de recherche

**L'influence de l'usage d'un processus par impression 3D sur la réussite
d'une production
2018**



Par

Jacques Blais

Mathieu Roy

le 20 janvier 2020

Table des matières

Introduction.....	page 2
Volet 1 - Maximiser l'utilisation de nos équipements	
Vérifier le niveau de précision de nos équipements	page 3
Le moulage de pièces imprimées	page 3
Améliorer l'efficacité de la coulée de pièces imprimées	page 4
La recherche en atelier	page 7
Volet 2 - Faire imprimer nos dessins 3D dans divers matériaux pertinents en joaillerie	page 8
Volet 3 - Utilisation facile d'une imprimante 3D à filament	page 9
Conclusion	page 11
Annexe 1 – Liens pertinents liés au dessin et impression 3D	page 12
Annexe 2 – Photos des échantillons	page 15
Annexe 3 – Compilation de données	page 21

Depuis quelques années, l'École de joaillerie de Québec s'est dotée d'équipements liés aux technologies 3D, qui font maintenant grandement partie de l'industrie, notamment en joaillerie. En exemple, les cours de dessins sont maintenant enseignés principalement par logiciel 3D (voir RhinoGold). Nos étudiants sont donc à l'aise avec ces technologies, du moins pour le dessin. Ce sont dans les étapes, suivant la conception du dessin que surviennent des problèmes, si l'on veut créer un objet. Bien que les impressions soient généralement réussies (si le dessin est bien réalisé), c'est à la sortie de la coulée que l'on s'aperçoit des problématiques. Les pièces coulées sont en grande partie manquées, il y a souvent des défauts présents sur leurs surfaces.

La première partie du projet de recherche a donc pour but de maximiser l'utilisation de nos équipements en effectuant différents tests d'impression avec notre prototypeuse, puis de couler ces pièces à la cire perdue, plutôt « résine perdue ». Quelle est la résine idéale à utiliser ? Le plâtre le plus efficace pour nos besoins ?

Par la suite, nous savons que différentes compagnies offrent leurs services d'impression 3D ou même de vente de produits. Ces technologies étant de plus en plus utilisées dans la production de bijoux, il est important de tester certains d'entre eux afin de pouvoir bénéficier de cette richesse technologique dans le milieu de l'enseignement, éventuellement dans une démarche de production pour nos finissants et futurs joailliers. Nous désirons donc faire imprimer nos dessins 3D dans divers matériaux pertinents en joaillerie, chez certains fournisseurs. L'école se dotera ainsi d'une banque d'échantillons qui seront disponibles pour consultation.

Dans la dernière partie du projet de recherche, nous désirons doter l'école d'une imprimante 3D à filaments et d'offrir une manipulation facile à nos étudiants. Bien que l'impression avec filament soit moins précise que l'impression avec résine (notre prototypeuse), elle nous permettra d'imprimer des pièces beaucoup plus rapidement, donc de faire des tests beaucoup plus efficacement avant une impression finale. Elle nous permettra également d'imprimer des éléments plus volumineux, avec différents matériaux.

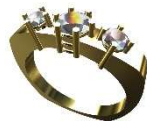
Maximiser l'utilisation de nos équipements

Nous avons subdivisé ce premier volet de la recherche en trois parties, soit : *vérifier le niveau de précision de nos équipements, le moulage de pièces imprimées ainsi qu'améliorer l'efficacité de la coulée de pièces imprimées.*

Vérifier le niveau de précision de nos équipements

Nous avons tout d'abord testé notre imprimante 3D avec la résine que nous possédions déjà, la DC-500. Le modèle "série 1" a de très petites griffes permettant de vérifier la précision de prototypage et, éventuellement, de coulée.

Ce modèle a été imprimé une première fois en un exemplaire pour déterminer une durée d'impression. Ce même modèle a été imprimé une seconde fois en trois exemplaires en même temps pour vérifier si du temps est réellement gagné en imprimant plusieurs pièces à la fois. Conclusion : sur ce point, on gagne un peu de temps (temps d'impression : 8 heures pour 1 fois vs 19.5 heures pour 3 fois). Notez que les petits chatons sur les pièces en résine ont été imprimés avec une très grande précision!



Bague série 1 dessin 3D



Bague série 1 imprimée

Le moulage de pièces imprimées

Le modèle "série 2" a de plus grosses griffes pour vérifier d'autres aspects. Ce modèle a été imprimé en 3 exemplaires.

Une des bagues a été moulée avec du silicone VLT (cuisson en basse température) et le résultat est positif : la bague sort très bien à l'injection. Ce processus permet donc de reproduire des cires précises en utilisant le bijou imprimé en 3D comme prototype. Comme une impression 3D n'est pas rapide avec notre prototypeuse (plusieurs heures pour une seule bague), mouler une pièce peut devenir avantageux si nous voulons réaliser plusieurs exemplaires.

Nous avons poussé notre recherche en y mettant des pierres en place pour vérifier la tenue de celles-ci dans notre résine, versus la cire à injecter. Le résultat est concluant!



Moule de silicone VLT de Castaldo



Pierres mises en place avant la coulée



Bagues après la coulée

Améliorer l'efficacité de la coulée de pièces imprimées

Nous savions qu'il y avait plusieurs aspects à tenir compte pour obtenir de meilleurs résultats lors de la coulée de nos pièces imprimées en résine : l'impression 3D, le choix de résine, le nettoyage des pièces à la sortie de l'impression, le type et le temps de séchage, le choix de plâtre, le mélange adéquat, le ratio plâtre – eau et le cycle de cuisson suggéré pour le plâtre et la résine.

Il était primordial de vérifier ce qui avait déjà été fait comme recherche avant d'entamer des tests en atelier. Plusieurs articles ont déjà été publiés sur le sujet, notamment par messieurs Frank Cooper, James Binnion, Kevin Abernathy et Zito Damiano. L'article de monsieur James Binnion a été une bonne référence pour notre recherche.

L'impression 3D

Tout d'abord, le dessin doit être bien fait et bien positionné avant de débiter l'impression. Il faut placer les supports en quantité suffisante, selon le bon angle et aux bons endroits. Notre logiciel de dessin ne les place pas automatiquement, du moins pas efficacement. Beaucoup d'impressions manquées l'ont été pour cette raison.

Le choix de résine

Nous avons déjà la DC-500 qui donne de bons résultats. Nous voulions en tester d'autres qui donneraient d'aussi bons résultats d'impression, mais qui seraient supérieurs lors de la coulée.



DC-500

Nous nous sommes procuré la résine Wax Cast de Juice Maker. Les résultats d'impression sont mitigés, des pièces étant réussies et d'autres manquées. Des pièces plus massives sont portées à s'écraser.



Wax Cast manqué



Wax Cast réussi

Nous avons fait la demande d'un échantillon de modèle imprimé avec de la résine castable de la compagnie Formlabs. Nous avons reçu des échantillons (voir annexe 2, img 7a et 7b), mais n'avons pas eu le temps de faire de tests de coulée avec ceux-ci.

À la fin du projet de recherche, la compagnie Formlabs a mis sur le marché une nouvelle résine "castable" contenant de la cire, qui ne nécessite pas d'étape de séchage et faciliterait la coulée dans le métal. Cette résine a été commandée, mais n'a malheureusement pas encore été testée.

Le nettoyage des pièces à la sortie de l'impression

Cette étape est très importante pour qu'il n'y ait pas de surplus sur les pièces lors du séchage. Nous utilisons l'ultrason avec de l'alcool à friction. Nous avons également testé l'eau savonneuse avec des durées différentes, le résultat fut concluant pour les deux.

Le type et le temps de séchage

C'est à cette étape que surviendraient principalement les problèmes de coulées en métal. Les pièces mal séchées et durcies sont portées à se coller au plâtre lors de la cuisson de celui-ci. Lorsque la résine brûle et s'évacue, le plâtre reste collé sur cette résine, ce qui cause les bosses sur les pièces coulées. D'un autre côté, les résidus de plâtre peuvent rester dans le cylindre et se mélanger au métal lors de la coulée, ce qui cause des trous dans les pièces coulées.

Nous possédons déjà une petite chambre UV pour faire durcir et sécher la résine. C'est la méthode la plus commune.

La recherche de monsieur Binnion nous a fait nous pencher sur d'autres possibilités de séchage, ce que nous avons exploré. Nous avons testé le four à convection. Utilisé à basse température, il permettrait de durcir la résine plus uniformément que l'ultraviolet.

Les meilleurs résultats seraient obtenus avec un four à convection sous vide. Le séchage et le durcissement seraient uniformes. Nous avons commandé ce four, mais nous l'avons reçu en fin de projet de recherche, il n'a pas encore été testé.

Le choix de plâtre

Toutes nos lectures et recommandations se tournent vers le Plasticast de Ransom & Randolph que nous avons testé, ainsi que le plâtre standard et le Satin Cast de Kerr (il n'est plus disponible maintenant par contre).



Plasticast

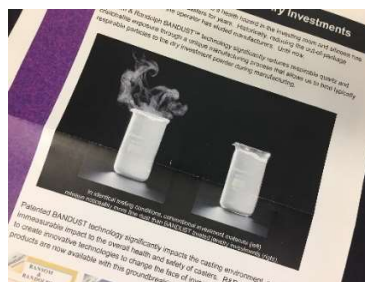


Standard



Satin Cast

Nos recherches nous ont permis de découvrir une autre version de ce plâtre, mais supérieur au niveau sécurité avec la technologie Bandust. Ce plâtre est nocif pour la santé s'il est respiré. La technologie Bandust rend le plâtre moins volatile lors de la manipulation. Nous avons beaucoup utilisé ce plâtre pour nos tests.



Plasticast Bandust

Le mélange adéquat, ratio plâtre- eau

Quand nous effectuons une coulée à la cire perdue standard, nous avons une petite marge de manœuvre quant aux quantités de plâtre et d'eau pour notre recette. Dans le cas de la coulée de résine, il est important de bien les respecter pour maximiser les résultats.

Note : Lors de l'étape de la cloche à vide, attention aux débordements, le Plasticast monte beaucoup dans le bol/cylindre.

Le cycle de cuisson suggéré pour le plâtre et la résine

Encore une fois, il faut bien respecter les durées et plateaux de température. La résine ne réagit pas comme la cire dans le plâtre.

Il est également recommandé de retourner le cylindre vers la fin du cycle, pour permettre aux gaz causés par la résine brûlée de s'échapper.

La recherche en atelier :

Dans cette partie de la recherche en atelier, les essais sont réalisés à partir d'un jonc plus massif (jonc avec le logo de l'ÉJQ en bas-relief, situé en trois emplacements). Ce choix cible principalement l'amélioration des résultats de pièces coulées à la résine perdue.

Plusieurs hypothèses sont vérifiées, en faisant plusieurs tests d'impression et de coulée, variant les combinaisons résines vs plâtres à suggérer parmi tous les produits provenant de différentes compagnies qui sont actuellement en compétition. Ce sont, par contre, les simples manipulations de nettoyage et de séchage qui finissent par prendre une importance indéniable dans le projet. Tous les efforts visent la diminution ou la suppression des défauts incommodants sur les surfaces des bijoux à la suite du processus de fabrication à la résine perdue.

Les tests effectués se retrouvent en annexe 3 (document séparé de celui-ci) en tenant compte des variantes mentionnées plus haut. À la fin du projet de recherche, nous ne pouvons conclure que nous avons atteint les résultats escomptés au départ. Nous pensons toutefois être sur la bonne voie. La résine et le plâtre utilisés semblent être adéquats pour nos besoins. Nous aurons à cibler davantage le séchage et durcissement de la résine. L'utilisation de la nouvelle résine de Formlabs contenant de la cire semble être une bonne voie également.

Faire imprimer nos dessins 3D dans divers matériaux pertinents en joaillerie

Depuis quelques temps, nos étudiants sont familiarisés avec le dessin en 3D dans nos cours. L'achat d'une imprimante 3D de grande précision peut demander beaucoup d'investissement. Cette partie de la recherche consistait donc à trouver des compagnies imprimant nos dessins 3D dans divers matériaux.

Shapeways est une compagnie que nous connaissions déjà. Ils offrent plusieurs possibilités de matériaux et leur site est très convivial*. Nous leur avons envoyé une lettre faisant part de notre projet de recherche, ayant pour but des demandes d'échantillons, de matériaux, voire même des possibles commandites et/ou partenariats avec l'école. Un accusé réception nous a été retourné, mais pas de réponses par la suite. Après une relance, la personne responsable au service à la clientèle chez Shapeways n'était malheureusement pas en mesure de nous indiquer la personne-ressource à contacter directement.

Nous leur avons tout de même envoyé un dessin 3D d'un jonc pour se monter une petite banque d'échantillons de divers matériaux. Il s'agit d'un jonc avec le logo de l'EJQ en bas-relief situé en trois emplacements. C'est en fait le même jonc qui a servi à plusieurs de nos propres tests de coulée. Nous avons choisi ce design pour le côté massif du bijou, mais avec des petits détails précis (logo EJQ).



Dessin par Mathieu Roy

**À noter que leur site internet a complètement changé depuis le début du mois d'août 2018. Les matériaux disponibles ont peut-être changé, un nouveau survol serait à faire.*

Vous trouverez donc en *annexe 2* notre jonc qui a été imprimé et/ou coulé par la compagnie Shapeways, en divers matériaux. Les joncs sont archivés à l'école.

Sculpteo est une autre compagnie offrant sensiblement les mêmes services que Shapeways. Un ensemble d'échantillons y a été commandé.

Une compagnie de Montréal, Coulage MD, offre le service d'impression de nos dessins 3D. Elle imprime directement dans la cire. Elle peut également couler cette cire en métal (argent ou or). Le designer de bijoux corporatifs Graduor offre également ce service, la compagnie Alloyco s'occupant de la coulée.

Vous trouverez les liens des sites internet de ces compagnies, ainsi que plusieurs autres sites liés au 3D en *annexe 1*.

Utilisation facile d'une imprimante 3D à filament

Une recherche a été faite dans le but de se procurer une imprimante 3D plus économique, à filament (par addition).

Un des buts de se procurer une imprimante 3D à filament (par addition) était dans un premier temps d'imprimer des pièces rapidement avant de passer au prototypage de précision. Une autre possibilité est carrément d'imprimer des éléments en matériaux complémentaires pour les intégrer à un bijou ou pièce ornementale. Dans cette optique, à titre d'exemple, un rouleau de filament PLA (plastique) imitation de bois a été acheté.

Matériaux :

Voici ce qui a été acquis comme matériaux qui va nous servir pour cette imprimante :

- 1 rouleau PLA (plastique) imitation de bois;
- 1 rouleau PLA noir;
- 1 rouleau PLA gris;
- 1 rouleau ABS noir (plus dur que le PLA pour des pièces plus résistantes);
- 1 rouleau ABS blanc.



À noter que ce sont tous des rouleaux de filament de 1 kg, facilement interchangeables. Ce sont des matériaux beaucoup plus économiques que la résine (dans les alentours de 30 \$ -40 \$ du rouleau), donc les étudiants pourront effectuer des tests à un coût relativement bas. Ils pourront même se procurer eux-mêmes du filament, s'ils ont besoin d'une couleur précise (beaucoup de choix disponibles).

L'imprimante :

Pour revenir à l'imprimante 3D en tant que telle, notre choix s'est arrêté sur la *Monoprice Maker Select Plus*.



https://www.amazon.ca/Open-Monoprice-Maker-Select-Printer/dp/B0743MQ6VF/ref=sr_1_4?s=industrial&ie=UTF8&qid=1535377421&sr=1-4&keywords=monoprice+maker+select+plus+3D+printer (en date du 27 août 2018)

Bien qu'il y ait un grand choix de ce type d'imprimante sur le marché, nous avons arrêté notre choix sur celle-ci pour plusieurs raisons :

- La surface d'impression est grande versus d'autres modèles;
- Le moteur est situé près de la buse, ce qui permettra d'imprimer éventuellement du caoutchouc (pour le caoutchouc, le moteur doit tirer sur le filament et non le pousser pour ne pas bloquer la buse);
- Pour déjà avoir utilisé une imprimante 3D de cette compagnie, elle fonctionnait très bien et facilement opérationnelle;
- Bon rapport qualité/prix à notre avis.

Crayons 3D :

Comme le budget le permettait, avec l'approbation de la direction de l'école, nous nous sommes procuré trois crayons 3D. Nous pensons que l'utilisation de ces crayons sera très pertinente dans les processus de recherche et de créativité dans nos cours. Le filament utilisé pour ces crayons est le même que pour l'imprimante.

Conclusion

Dans le premier volet du projet de recherche, plusieurs tests ont été effectués et, à la conclusion de celui-ci, nous ne pouvons malheureusement pas dire que nous avons réglé notre problématique. Les impressions et les coulées sont longues à effectuer et ont pris beaucoup du temps qui nous était alloué. Nous pensions pouvoir en arriver à couler des pièces impeccables, mais ça n'a pas été le cas. Je pense toutefois que nous avons ciblé la problématique et des tests à venir pourront mener à des résultats positifs. La majeure partie du projet s'est déroulée en équipe, soit Jacques Blais et moi-même, Mathieu Roy. Par contre, vers la fin, Jacques a dû quitter le projet et n'a pu contribuer complètement à l'analyse des données.

Les deux autres parties se sont très bien déroulées. L'école s'est dotée de nouveaux équipements comme l'imprimante 3D à filament par exemple. Elle a déjà été utilisée par des étudiants pour certains projets en classe, ainsi que par des chargés de cours à des fins didactiques. Il restera à l'intégrer officiellement dans certains cours pour accroître son utilisation. Nous avons également quelques échantillons de pièces coulées dans divers matériaux, nos étudiants pourront donc mieux visualiser ce qui peut être fait par différents fournisseurs.



20 janvier 2020

Mathieu Roy, chargé de projet

date

Annexe 1

Liens pertinents liés au dessin et impression 3D

Fabricants d'imprimantes 3D

Site	Description	Lien internet
DWS	Compagnie fabriquant notre imprimante 3D à résine	https://www.dwssystems.com/
Monoprice	Compagnie fabriquant notre nouvelle imprimante 3D à filament	https://www.monoprice.com/pages/3d_printers
Formlabs	Compagnie fabriquant des imprimantes 3D et leurs résines. Leur imprimante Form 2 semble vraiment performante et à un coût relativement bas.	https://formlabs.com/fr/3d-printers/form-2/

Fournisseurs de résines pour imprimantes 3D

Site	Description	Lien internet
DWS	Résines proposées par la compagnie de notre imprimante 3D, dont notre résine, la DC-500.	https://www.dwssystems.com/en/configurator/1/6
MakerJuice Labs	Résine testée, résultats mitigés pour l'instant. Autres tests seraient à effectuer. Le but pour cette résine était d'en trouver une qui fonctionne bien, à moindre coût.	https://makerjuice.com/products/waxcast
Formlabs	Offre plusieurs résines pour la joaillerie, autant castables que pour la fabrication de prototypes à mouler. Leur nouvelle résine castable mise sur le marché à l'été 2018 contient de la cire, ce qui rendrait les coulées plus efficaces. Cette résine a été achetée. À tester.	https://formlabs.com/fr/materiels/joaillerie/
** Atome3D	Résine compatible avec notre imprimante, non testée.	https://www.atome3d.com/collections/resine-uv-dlp/products/resine-uv-castable-calsinable-1kg?variant=40967189002&ls=fr-FR

Service de prototypage

Site	Description	Lien internet
Shapeways	Site d'impression divers matériaux. Testé avec nos joncs EIQ.	https://www.shapeways.com/
Sculpteo	Également site d'impression en divers matériaux, un petit ensemble d'échantillons y a été commandé.	https://www.sculpteo.com/fr/
Coulage MD	La compagnie imprime en cire notre dessin 3D. Elle envoie la cire ou la coule en métal elle-même. Service rapide pour l'avoir testé. Compagnie située à Montréal.	http://www.coulagemd.com/
Graduor	Imprime en cire notre dessin 3D. Elle nous envoie la cire ou la font couler chez Alloyco. Compagnie située à Terrebonne.	https://www.graduor.com/fr/historique/ http://www.alloyco.ca/

Plâtres

Site	Description	Lien internet
Ransom & Randolph	Référence dans la fabrication de plâtres pour la coulée à la cire perdue. Plâtres de toutes sortes, disponibles chez plusieurs fournisseurs en joaillerie.	https://www.ransom-randolph.com/jewelry
Ransom & Randolph	Plasticast BANDUST. C'est le plâtre qui ressort de nos recherches qui est le plus efficace pour la coulée de résines. Le BANDUST comporte moins de risques pour la santé que le Plasticast standard.	https://www.ransom-randolph.com/bandust-technology

Logiciels de dessin 3D

Site	Description	Lien internet
Rhinogold	Logiciel de dessin de joaillerie, utilisé à l'école.	http://www.rhinogold.fr/
Blender	Dessin 3D gratuit	https://www.blender.org/download/
Sculptris	Logiciel de dessin 3D gratuit, style modelage.	http://pixologic.com/sculptris/
ZBrush	Version payante de Sculptris, plus élaborée.	http://pixologic.com/
Meshmixer	Logiciel de dessin 3D gratuit, style modelage. Semblable à Sculptris.	http://www.meshmixer.com/ https://www.youtube.com/user/meshmixer
Verctary	Dessin gratuit en ligne	https://www.vectary.com/

Informations générales sur le dessin et l'impression 3D

Site	Description	Lien internet
Formlabs	Différence en deux technologies d'impression avec résine : la SLA et DLP	https://formlabs.com/fr/blog/sla-dlp-impression-3d-comparee/
Formlabs	Trucs pour la coulée de pièces dessinées en 3D	https://formlabs.com/media/upload/Recommended-Burnout-Process.pdf
Sculpteo	L'impression 4D, intéressant à lire.	https://www.sculpteo.com/blog/2017/10/25/4d-printing-a-technology-coming-from-the-future/
Ganoksin.com	Extrait de recherche effectuée par M. James Binnion sur les photopolymères pour la coulée	https://www.ganoksin.com/article/preparing-3d-acrylic-photopolymer-patterns/

**Liens tous consultés en date du 28 août 2018*

*** Seul lien non fonctionnel en date du 6 janvier 2020*

Annexe 2

Photos échantillons

Projet de recherche 3D


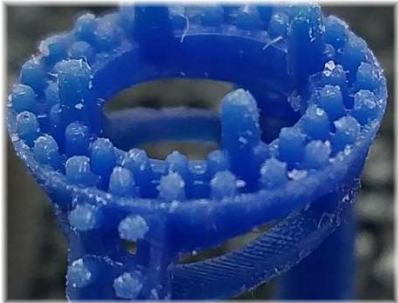


Jacques Blais

Mathieu Roy




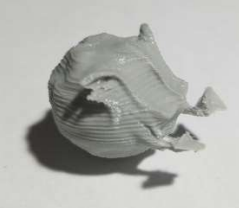
img1a		Jonc EIQ en argent poli.
img1b		Logo précis, belle finition de métal.
img2a		Jonc EIQ en bronze poli.

img2b		Logo précis, porosité dans le métal.
Img3a		Jonc EIQ en laiton naturel (pas de finition complète).
Img3b		Logo précis, finition irrégulière et un peu de porosité dans le métal.
Img4a		Jonc EIQ en aluminium. Donne un bel effet, pas pour de la précision.

<p>Img4b</p>		<p>Logo très imprécis, finition irrégulière.</p>
<p>Img5a</p>		<p>Jonc EJQ en acier noir mat.</p>
<p>Img5b</p>		<p>Logo imprécis, finition irrégulière (moins que l'aluminium par contre).</p>
<p>Img6</p>		<p>Échantillons Sculpteo</p>

<p>Img7a</p>		<p>Échantillons Formlabs (Blanc et gris : résines standards, bleu : résine pour coulée première version)</p>
<p>Img7b</p>		<p>Résine pour coulée : belle impression précise (leur imprimante 3D)</p>
<p>#8</p>		<p>Bagues de la série 1 (4x) Résine DC-500</p>
<p>#9</p>		<p>Bague de la série 2 Résine : DC-500</p>

#10		Bague de la série 2 en cire à injecter standard. Prototype moulé dans le silicone VLT
#11		Bague de la série 2 en cire à injecter (pour coulée avec pierres). Prototype moulé dans le silicone VLT
#12		Bagues de la série 2 (2x) coulées avec pierres en place.
#13		Joncs ÉJQ (4x). Tests 19-20-21-22. Durcis à l'air libre et à la lumière. Résine : DC-500
#14		Pendentif. Résine : DC-500

#15		<p>Pendentif. Même que #14, mais plus court pour diminuer le temps d'impression. Résine : Wax Cast de Juice Maker</p>
#16		<p>Jonc ÉJQ. Résine : Wax Cast de Juice Maker</p>
#17		<p>Logo ÉJQ. Imprimante 3D à filaments. Filament : PLA blanc</p>
#18		<p>Dessin fait avec le logiciel Meshmixer (dessin "free form" style modelage). Imprimante 3D à filaments. Filament : PLA gris</p>

Crédit photo : Mathieu Roy

Dessins jonc Ejq, bagues séries 1 et 2, pendentifs et dessin sur Meshmixer : Mathieu Roy

Impression 3D et coulées du jonc Ejq: Shapeways

Annexe 3

Tests de coulées								
Cylindre	Lavage	Procédé de durcissement de la résine	Éléments dans le cylindre	Type de plâtre	Cycle	Équipement de coulée	Analyse	Image
Date: 2 mai 2018								
1			1 cire bleue avec pierre bague série 2	Satin cast	11h	Centrifugeuse		
2			1 résine avec pierre bague série 2	Satin cast	11h	Centrifugeuse		
3			bagues série 2 1 cire rouge, 1 cire bleue 1 résine	Plasticast	11h	Centrifugeuse	Griffe non complète. Nodules présents, il sera important de bien faire le vide avec le Plasticast (2x: bol et cylindres)	
Date: 23 mai 2018								
1		30 mins U.V.	jonc 1 DC-500 Cuisson bouton vers le haut	Plasticast	11h	Centrifugeuse	Petits trous dans le métal, plus que de la porosité	
2		30 mins U.V.	jonc 2 DC-500 Cuisson bouton vers le bas et retourné 2 heures avant la coulée	Plasticast	11h	Centrifugeuse	petits trous et bosses sur le jonc, probablement le plâtre qui s'est brisé à la cuisson	
3		30 mins U.V.	jonc 3 DC-500 Cuisson bouton vers le bas et retourné 2 heures	Standard	11h	Centrifugeuse	Petits trous dans le métal, plus que de la porosité	
4		30 mins U.V.	jonc 4 Maker Juice Cuisson bouton vers le haut	Plasticast	11h	Centrifugeuse	Le logo du dessus s'est rempli en partie. Plâtre s'est brisé probablement Au même endroit mais à l'intérieur du jonc, trous dans le métal En surface, texture genre de peau de serpent Petites coulisse creuses	
Date: 29 mai 2018								
2	lavé alcool 5 mins	30 mins U.V.	jonc 6 Maker Juice Cuisson bouton vers le haut	Plasticast bandust	Maker Juice (9.5h)	Centrifugeuse	Avant la coulée, présence de résidus à l'intérieur du plâtre Trous et bosses sur le jonc, probablement le plâtre qui s'est brisé à la cuisson	
1	lavé alcool 5 mins	2x 30 mins UV	jonc 5 Maker Juice Cuisson bouton vers le haut	Plasticast bandust	Maker Juice	Centrifugeuse	Avant la coulée, présence de résidus à l'intérieur du plâtre Bosses sur le jonc, probablement le plâtre qui s'est brisé à la cuisson	
3	lavé alcool 5 mins	Four convection #1	jonc 7 Maker Juice	Plasticast bandust	Maker Juice	Centrifugeuse	Avant la coulée, présence de résidus à l'intérieur du plâtre	N-D
	lavé alcool 5 mins + savon		jonc 8 Maker Juice Cuisson bouton vers le haut					




Cylindre	Lavage	Procédé de durcissement de la résine	Éléments dans le cylindre	Type de plâtre	Cycle	Équipement de coulée	Analyse	Image
Date: 5 juin 2018								
	eau savonneuse ultrason 30 mins	Four convection #2	Jonc E- 9 DC-500			Centrifugeuse		N-D
	eau savonneuse ultrason 30 mins	30 mins UV	Jonc 10 DC-500			Centrifugeuse		N-D
	alcool ultrason 5 mins	Four convection #2	Jonc 11 DC-500			Centrifugeuse		N-D
	alcool ultrason 5 mins	Four convection #3	Jonc 12 DC-500			Centrifugeuse		N-D
3	eau savonneuse ultrason 30 mins	Four convection #4	Jonc 13 DC-500	Plasticast	11h coulée à 1100 degrés	Centrifugeuse	Petits trous dans le métal, plus que de la porosité	
4	eau savonneuse ultrason 30 mins	Four convection #4	Jonc 14 DC-500	Ultra-Vest Maxx	11h coulée à 1100 degrés	Centrifugeuse	coulée différente après le dérochage, revient comme les autres après ultrason moins belle de cette coulée	
1	5 mins alcool ultrason	30 mins UV durci couché	Jonc 15 DC-500 avec couche vernis (clear)	Plasticast	11h coulée à 1100 degrés	Centrifugeuse	coulée manquée, 1 des 2 est incomplète, l'autre a des petits trous et 1 logo plein...	
1	5 mins alcool ultrason	30 mins UV durci debout	Jonc 16 DC-500	Plasticast	11h coulée à 1100 degrés	Centrifugeuse		
2	eau savonneuse ultrason 30 mins	30 mins UV durci debout	Jonc 17 DC-500 tige en cire	Plasticast	11h coulée à 1100 degrés	Centrifugeuse	Beaucoup de trous et logo plein	
2	eau savonneuse ultrason 30 mins	30 mins UV durci couché	Jonc 18 DC-500	Plasticast	11h coulée à 1100 degrés	Centrifugeuse	Beaucoup de trous et logo plein, un peu moins pire que 17	
	eau savonneuse ultrason 30 mins spray alcool avant ultrason	air libre et lumière du jour	Jonc 19 DC-500					pas coulé disponible en archive



Cylindre	Lavage	Procédé de durcissement de la résine	Éléments dans le cylindre	Type de plâtre	Cycle	Équipement de coulée	Analyse	Image
	eau savonneuse ultrason 30 mins	air libre et lumière du jour	jonc 20 DC-500					pas coulé disponible en archive
	eau savonneuse ultrason 30 mins suspendu et retourné	air libre et lumière du jour	jonc 21 DC-500					pas coulé disponible en archive
	alcool ultrason 5 mins suspendu et retourné	air libre et lumière du jour	jonc 22 DC-500					pas coulé disponible en archive

Date: 13 juin 2018

1	alcool ultrason 5 mins	UV 30 mins	jonc 23 DC-500 avec couche vernis (clear)	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	cylindre 1 quand même bien. 1 des 2 est plus belle que l'autre, à confirmer si c'est avec clear ou non...	
1	alcool ultrason 5 mins	UV 30 mins	jonc 24 DC-500	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse		
2	alcool ultrason 3 mins eau savonneuse 5 mins ultrason	Four convection #5	jonc 25 DC-500 Impression non complète et résine se défait au nettoyage... Tige en cire	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	Manques, mais surface plus belle que 26	
3	alcool ultrason 3 mins eau savonneuse 5 mins ultrason	Four convection #5	jonc 26 DC-500 Impression non complète et résine se défait au nettoyage... avec tige pour éliminer la goutte	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	Trous, manques et bosses sur le jonc, probablement le plâtre qui s'est brisé à la cuisson	

Date: 20 juin 2018

1	30 sec alcool + 30 mins ultrason eau savonneuse + rinçage eau claire + 10 mins ultrason eau claire	Convection #6	jonc 27 DC-500 dans four (bouton): bas haut	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	Pour l'impression des 4 DC-500 de cette coulée, la résine était quasi transparente à la sortie du plateau, ce qui n'était pas le cas lors d'impressions précédentes. Manques, mais pas de surplus	
2	30 sec alcool + 30 mins ultrason eau savonneuse + rinçage eau claire + 10 mins ultrason eau claire	Convection #6	jonc 28 DC-500 dans four (bouton): haut haut	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	Pour l'impression des 4 DC-500 de cette coulée, la résine était quasi transparente à la sortie du plateau, ce qui n'était pas le cas lors d'impressions précédentes. Manques, peu de surplus...	
3	30 sec alcool + 30 mins ultrason eau savonneuse + rinçage eau claire + 10 mins ultrason eau claire	UV 30 mins	jonc 29 DC-500 dans four (bouton): bas haut	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	Pour l'impression des 4 DC-500 de cette coulée, la résine était quasi transparente à la sortie du plateau, ce qui n'était pas le cas lors d'impressions précédentes. Manques, mais moins pire que #28	

Cylindre	Lavage	Procédé de durcissement de la résine	Éléments dans le cylindre	Type de plâtre	Cycle	Équipement de coulée	Analyse	Image
4	30 sec alcool + 30 mins ultrason eau savonneuse + rinçage eau claire + 10 mins ultrason eau claire	UV 30 mins	jonc 30	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	Pour l'impression des 4 DC-500 de cette coulée, la résine était quasi transparente à la sortie du plateau, ce qui n'était pas le cas lors d'impressions précédentes.	
			DC-500					
			dans four (bouton):					
			haut haut					
5	30 sec alcool + 30 mins ultrason eau savonneuse + rinçage eau claire + 10 mins ultrason eau claire	UV 30 mins	jonc 31	Plasticast	11h - coulée à 1000 degrés	Centrifugeuse	moins belle de la coulée... tests à refaire avec cette résine	
			MakerJuice					
			dans four (bouton):					
			haut haut					

Recettes de durcissement de la résine au four convection:

(N-D: Coulée non concluante, métal réutilisé)

	degrés F	mins		degrés F	mins	
#1 :	100	15	#4 :	100	15	
	140	8		120	10	
	180	8		140	10	
	220	8		180	10	
	270	11		220	10	
		50		260	10	
				300	15	
#2 :	100	15			80	
	120	8				
	140	8	#5 :	100	60	
	180	8		120	15	
	220	8		140	15	
	270	11		160	15	
		58		180	20	
					125	
#3 :	280	10	(= #2 + ce plateau)	#6 :	100	20
		68			120	10
					140	10
					160	10
					180	10
					200	10
					220	10
					240	10
					260	10
					280	20
					120	

Images en plus grande résolution disponible en archive