

Leçons retenues

Conception et impression 3D au
gouvernement du Canada



Shared Services
Canada

Services partagés
Canada

Canada

Tables de matières

Introduction..... 2

1. Comprendre la technologie 2

2. Projets pilotes..... 4

3. Approvisionnement et logistique 4

4. Sécurité et conformité 4

5. Contrôle de la qualité..... 5

Conclusion..... 6

Liens utiles 6



Introduction

Le gouvernement du Canada (GC) intègre de plus en plus les technologies de conception et d'impression 3D afin d'améliorer les opérations de ses différents services. Ces technologies offrent des avantages considérables, comme la réduction des coûts, la personnalisation et le prototypage rapide. L'impression 3D offre des avantages dans le développement de solutions personnalisées destinées aux services gouvernementaux, la création des prototypes de nouvelles conceptions et l'aide à l'entretien d'équipements essentiels. En minimisant les coûts et en améliorant l'efficacité opérationnelle, l'impression 3D vient appuyer les initiatives de transformation numérique du GC.

L'exploration du domaine de la conception et de l'impression 3D au GC a été marquée par l'innovation, la collaboration et l'apprentissage continu. Le présent document aborde nos expériences et les leçons retenues tout au long de cette exploration et constitue une feuille de route des initiatives à venir pour améliorer la prestation de services publics grâce à l'intégration continue de la conception et de l'impression 3D.

1. Comprendre la technologie

- Formation et perfectionnement des compétences

Il est important d'investir dans un programme de formation des employés. L'impression 3D est une technologie de pointe qui requiert un ensemble de nouvelles compétences particulières. Plusieurs plateformes d'apprentissage en ligne, comme Coursera, Pluralsight et Udemy, proposent un large éventail de parcours d'apprentissage structurés et de certifications dans les domaines de la modélisation, de la conception assistée par ordinateur (CAO) et de l'impression 3D. YouTube s'avère lui aussi une ressource précieuse pour apprendre les principes fondamentaux de l'impression 3D. Il s'agit d'une excellente source gratuite de tutoriels, de démonstrations et de conseils d'initiés émanant de personnes et d'organisations spécialisées dans ce domaine. En raison de la nature concrète de l'impression 3D, une pratique régulière, l'utilisation de tutoriels et la participation à des laboratoires constituent les meilleurs moyens d'apprendre et sont essentielles au perfectionnement des compétences.

- Modélisation des dépôts fusionnés

L'impression par modélisation des dépôts fusionnés (FDM) est polyvalente et s'avère pratique pour créer des solutions personnalisées, des prototypes et des modèles éducatifs. Contrairement à d'autres méthodes, comme la stéréolithographie (SLA), le frittage sélectif au laser (SLS) et le traitement numérique de la lumière (DLP), l'impression FDM utilise l'extrusion simple qui construit des objets couche par couche à partir de matériaux thermoplastiques. L'impression FDM permet d'ajuster l'épaisseur des couches en fonction de la qualité et de la vitesse d'impression, et ne requiert qu'un post-traitement minimal. Cela signifie que l'objet imprimé ne nécessite généralement que très peu de travail supplémentaire.



Nous avons choisi l'impression FDM parce qu'elle utilise une variété de matériaux filamentaires, comme l'acide polylactique (PLA) qui est connu pour sa basse température d'impression, sa déformation minimale et sa biodégradabilité, le polyuréthane thermoplastique (TPU) qui offre flexibilité et durabilité, et le polyéthylène téréphtalate glycol (PETG) qui combine résistance et facilité d'impression. Chaque matériau possède des propriétés uniques adaptées à des applications particulières. Dans nos cas d'utilisation, l'impression FDM s'est avérée efficace pour concevoir des boîtiers de protection personnalisés pour les dispositifs et les capteurs de type « Internet des objets » (IdO), des supports de montage pour les équipements d'assistance à domicile, des pièces de prototypage pour les appareils IdO et des solutions de gestion des câbles pour les installations IdO.

- **Choix du logiciel et du matériel**

Il est essentiel de choisir les bons outils. Il existe de nombreux logiciels de conception 3D, comme Autodesk Fusion 360, Blender et Tinkercad, chacun ayant des points forts et des points faibles. Ces outils logiciels servent à créer ou à modifier des modèles 3D en fonction de vos exigences de conception. Vous devrez aussi disposer d'un logiciel de découpe, comme Ultimaker Cura, PrusaSlicer ou Simplify3D, pour préparer ces modèles à l'impression 3D. Les logiciels de découpe génèrent les instructions nécessaires (programmation de commande numérique, ou PCN) qui indiquent à l'imprimante 3D comment construire l'objet couche par couche. Au moment de choisir vos outils, assurez-vous qu'ils sont conviviaux, fiables et compatibles avec vos systèmes actuels afin d'optimiser vos opérations d'impression 3D.

Après avoir fait l'essai de divers logiciels de conception, nous avons retenu Fusion 360 parce qu'il permet de travailler en collaboration. Les membres d'une équipe peuvent éditer collectivement et simultanément les conceptions, et son stockage en nuage intégré permet d'accéder facilement à divers projets, peu importe où l'on se trouve.

Quant au matériel, nous avons choisi les imprimantes 3D de Bambu Labs. Elles occupent une part importante du marché en raison de leur prix abordable, de leur interface conviviale et de leur qualité d'impression supérieure. En outre, ces imprimantes sont faciles à configurer et à faire fonctionner. Elles se démarquent des autres produits par leur capacité à gérer simultanément jusqu'à quatre bobines de filament, contrairement à une seule pour la concurrence. Dans l'ensemble, ces imprimantes constituent un choix privilégié en raison de leur prix raisonnable, de leur configuration et de leur fonctionnement transparent, ainsi que de la qualité des travaux d'impression. De plus, le logiciel de l'imprimante Bambu Slicer renforce ces avantages en optimisant le processus d'impression sur le plan de la vitesse et de la précision. Il est connu pour ses algorithmes efficaces qui améliorent le processus de découpage, réduisant ainsi le temps nécessaire à la préparation des modèles à imprimer, tout en conservant des impressions de haute qualité. L'intégration avec le logiciel de découpe Bambu Studio permet un flux de travail transparent, de la conception à l'impression.



2. Projets pilotes

- **Mise en œuvre à petite échelle**

Commencer par de petits projets pilotes permet de relever les problèmes potentiels sans investissement important. Ces projets s'avèrent très instructifs et permettent d'affiner les processus avant de s'attaquer à des projets plus importants. Dans un premier temps, nous avons géré les demandes d'impression de nos partenaires et des cadres supérieurs au sein de notre direction. En procédant ainsi, nous avons pu obtenir de précieuses informations sur les coûts fixes et variables, les matériaux requis et la gestion du suivi et des changements, ainsi que sur le soutien additionnel requis. Tous ces aspects ont depuis été documentés à des fins de consultation.

- **Collaboration entre les ministères**

La collaboration entre les ministères peut améliorer les chances de réussite des projets. Le partage des connaissances et des ressources permet d'obtenir de meilleurs résultats et d'éviter la duplication des efforts. La création d'un canal réservé à l'impression 3D et à la conception sur des plateformes comme Microsoft Teams peut faciliter cette collaboration et s'avérer très avantageuse.

3. Approvisionnement et logistique

- **Gestion des matériaux**

Stockez et manipulez correctement les matériaux des imprimantes 3D pour en maintenir la qualité. Faites rigoureusement le suivi des stocks de produits consommables afin d'éviter les interruptions. Conservez les filaments d'impression 3D dans des contenants secs et hermétiques ou dans des sacs sous vide. Utilisez des porte-bobines pour éviter l'enchevêtrement des filaments et les protéger de la lumière directe du soleil. Sans ces précautions, les filaments peuvent se dégrader, se décolorer et se déformer peu à peu.

4. Sécurité et conformité

- **Licences et propriété**

Les licences Creative Commons (CC) offrent une approche structurée, permettant à d'autres personnes de partager et d'adapter les modèles dans certaines conditions. Selon le type de licence, cela signifie que vous pouvez modifier, adapter et mettre à profit les conceptions, à condition de mentionner leur créateur. Ces licences varient en termes de restrictions et d'autorisations. Il est donc important de choisir celle qui répond à vos besoins et qui satisfait aux exigences de conformité. Au GC, une définition claire des droits d'utilisation et de propriété des fichiers de conception 3D permet d'éviter les abus et de promouvoir des pratiques exemplaires.



- **Utilisation commerciale.** On entend par utilisation commerciale l'usage de fichiers de conception 3D dans le cadre d'activités d'entreprise ou lucratives. Si une licence d'utilisation commerciale régit une conception ou un modèle, c'est qu'on peut les utiliser dans des produits ou services vendus ou servir à des fins commerciales. Par exemple, la création et la vente de composants personnalisés imprimés en 3D et destinés à des dispositifs IoD constituent une utilisation commerciale. Vous devez donc vous assurer que toute utilisation commerciale est conforme aux conditions de licence et aux politiques du GC. Les licences Creative Commons qui autorisent l'utilisation commerciale comprennent Attribution ([CC BY](#)), Attribution-ShareAlike ([CC BY-SA](#)) et Attribution-NoDerivatives ([CC BY-ND](#)).
- **Utilisation non commerciale :** On entend par utilisation non commerciale tout usage de fichiers de conception 3D à des fins personnelles, éducatives ou de recherche qui ne génère aucun gain financier. Si une licence d'utilisation non commerciale régit une conception ou un modèle, c'est qu'on peut ces derniers librement dans le cadre de projets personnels ou de recherches universitaires, ou encore au sein d'organismes à but non lucratif. Par exemple, l'usage d'un modèle 3D pour développer un prototype dans le cadre d'un projet de la fonction publique ou à des fins de démonstration éducative est habituellement considéré comme une utilisation non commerciale. Les licences Creative Commons qui limitent l'utilisation à des activités non commerciales comprennent Attribution-NonCommercial ([CC BY-NC](#)), Attribution-NonCommercial-ShareAlike-International ([CC BY-NC-SA](#)), et Attribution-NonCommercial-NoDerivatives-International ([CC BY-NC-ND](#)).

5. Contrôle de la qualité

- Entretien des imprimantes 3D

Les imprimantes 3D nécessitent un entretien régulier pour maintenir leur qualité d'impression et en prolonger la durée de vie. Au fil du temps, divers éléments de l'imprimante, comme les buses, les courroies et la plaque de montage finissent par s'user et peuvent bloquer le déroulement de l'impression, en dégrader la qualité, etc. Il est donc essentiel de nettoyer la plaque de montage entre chaque séance d'impression, de contrôler visuellement l'état des buses et de tendre les courroies pour que l'imprimante offre un rendement optimal.

La mise à jour périodique de son micrologiciel est elle aussi cruciale. Les fabricants mettent régulièrement à jour le logiciel de leur imprimante pour en améliorer les caractéristiques, corriger d'éventuels bogues et y ajouter de nouvelles fonctionnalités. Installer la version la plus récente du logiciel de l'imprimante 3D permet d'éviter d'éventuels problèmes de fonctionnement. Il est essentiel de mettre en place et de suivre un calendrier d'entretien structuré pour éliminer les interruptions imprévues et réduire le risque d'avoir à réparer l'appareil.

Voici quelques interventions à inclure dans un tel calendrier :

- Nettoyer la plaque de montage pour que les impressions adhèrent bien à sa surface;



- Inspecter les buses et éliminer toute accumulation ou obstruction;
 - Maintenir les courroies suffisamment tendues;
 - Inspecter le système d'alimentation en filament pour le débloquent au besoin;
 - Lubrifier les pièces mobiles, comme les tiges et les roulements, pour en assurer le bon fonctionnement;
 - Mettre le plateau d'impression à niveau pour éliminer toute irrégularité et produire des impressions homogènes;
 - Vérifiez qu'aucune vis d'éléments importants n'est desserrée, comme les extrudeuses, les moteurs et les cadres;
 - Vérifier le ventilateur de refroidissement pour éviter toute surchauffe;
 - Éliminer la poussière ou les débris autour de l'imprimante pour préserver la qualité d'impression.
- **Essais d'assurance de la qualité**
- Les essais d'impression sont essentiels pour détecter et corriger proactivement les problèmes avant qu'ils ne s'aggravent. Plusieurs essais d'impression pour étalonner l'imprimante et mettre à niveau son plateau d'impression sont nécessaires pour optimiser la qualité des impressions, imprimer aux bonnes dimensions, et faire adhérer les couches. Avec ces essais, l'opérateur peut apporter les ajustements nécessaires dès le début du processus de conception. Il est parfois utile d'imprimer une version plus petite de la conception pour valider cette dernière. On évite ainsi le gaspillage excessif de matériau si plusieurs essais d'impression sont nécessaires.

Conclusion

L'intégration de la conception et de l'impression 3D dans l'écosystème du GC offre d'importantes possibilités d'innovation et d'efficacité opérationnelle. En tirant les leçons des premières mises en œuvre et en affinant continuellement les processus, les ministères peuvent tirer parti de ces technologies pour rationaliser leurs opérations et améliorer la prestation des services publics. Les leçons retenues décrites ici fournissent un cadre pour que l'adoption et l'utilisation de la conception et de l'impression 3D soient une réussite. En accueillant à bras ouverts ces avancées, le GC pourra atteindre efficacement ses objectifs, stimuler l'innovation et maintenir une approche durable face à l'évolution des besoins technologiques.

Liens utiles

Les forums communautaires, les guides de dépannage et la documentation du fabricant sont autant de ressources offrant solutions et idées dont on peut profiter au cours des essais et de l'impression.

- [Thingiverse](#). Plateforme populaire pour le partage et le téléchargement de modèles imprimables en 3D.
- [Ultimaker Cura](#). Logiciel gratuit pour la préparation et la gestion des travaux d'impression 3D.



- [Tinkercad](#). Outil en ligne facile à utiliser pour créer des modèles 3D.
- [Printables](#). Propose un éventail de fichiers téléchargeables, entre autres ressources.
- [Chaîne YouTube de Fusion 360](#). Plateforme populaire pour le partage et le téléchargement de modèles imprimables en 3D.
- [Technologies d'impression 3D](#). Source d'articles et de vidéos détaillés qui comparent les technologies d'impression FDM, SLA, SLS et DLP.
- [ALL3DP](#). Revue intéressante pour le fabricant numérique, avec un contenu captivant sur l'impression 3D, la numérisation 3D, la CAO, la découpe et la gravure au laser, les fraiseuses à commande numérique CNC et SBC, et plus encore.
- [À propos des licences CC - Creative Commons](#). Les licences Creative Commons offrent à tous, des créateurs aux grandes institutions, un moyen normalisé d'accorder au public l'autorisation d'utiliser leur travail créatif dans le cadre de la loi sur le droit d'auteur.

