



# Etude Filière

## FABRICATION ADDITIVE

### *Synthèse de l'étude*

**9 Avril 2018**



(1)



(2)



(3)



# Etude Filière Fabrication Additive

## Sommaire

1

### La fabrication additive ...en quelques mots

- Définition et procédés
- Avantages et applications

2

### Les acteurs de la filière Fabrication Additive

- Acteurs et marchés porteurs
- Position de la Haute-Garonne

3

### Les pratiques dans l'artisanat

- Méthodologie du recueil des pratiques
- Pratiques des Services, Alimentation, Bâtiment, Production
- Résultats enquêtes qualitatives

4

### Les actions envisagées

- Synthèse des pratiques de 10 métiers clés
- L'artisan de demain ... verbatim recueilli

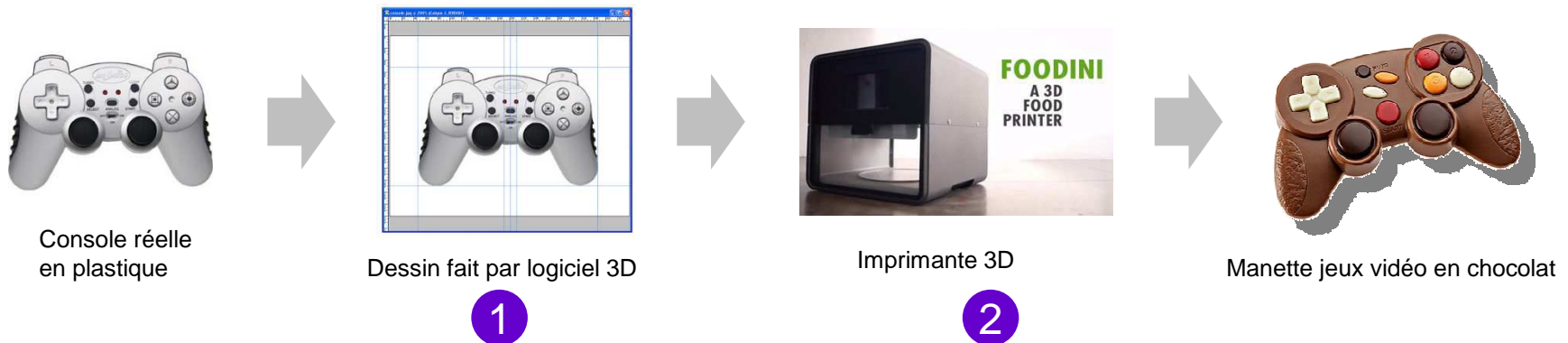
5

### Autres formes d'actions envisagées



# La Fabrication Additive ... en quelques mots

- La fabrication additive désigne les procédés de **fabrication par ajouts de matières** assistés par ordinateur.
- Le procédé de fabrication additive compte 2 grandes étapes :
  - 1 Faire le **dessin numérique 3D** de l'objet (CAO 3D)
    - L'image obtenue est **maillée** de façon précise (STL)
    - L'image ainsi maillée est **découpée en tranches**
  - 2 L'imprimante 3D **reconstruit l'objet** par tranches successives jusqu'à l'obtention de l'**objet physique**, selon le matériau choisi.





# La Fabrication Additive ... en quelques mots

- **Pour quels avantages**

- « Rapidité », « Canaux internes », « **Allègement** », « Personnalisation »
- « Fabrication sans outillage » (source : Industrie)
- « **Créativité** », « **Complexité** », « Souplesse » (source : Alimentaire)
- « Léger et solide », « Qualité », « **Personnalisation** » (source : Santé)



- **Pour quelles applications ...**

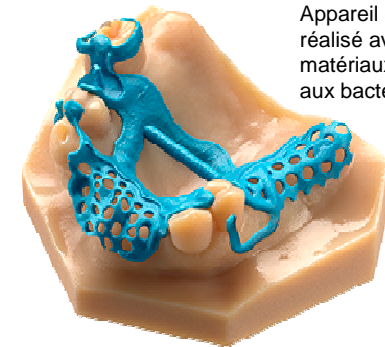
- **Le prototype** (en maquette et en taille réelle) qui va être testé
- **Les objets sur mesure** (ex : la main artificielle dans le domaine médical)
- **Les petites séries** (ex : les prothèses dentaires)



Prototype mat réacteur aéronautique



Prothèse moderne des membres inférieurs (main bionique Humanlab) faite à l'aide d'imprimante 3D (Fablab)

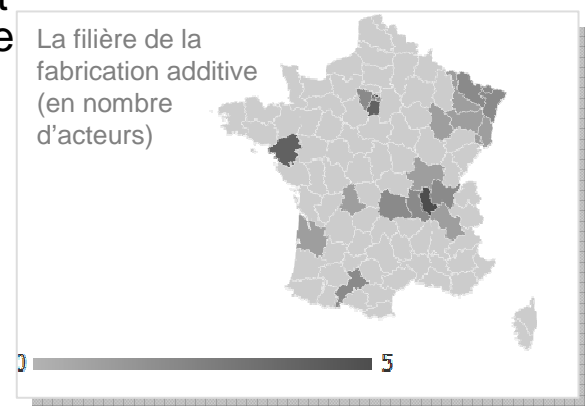


Appareil dentaire réalisé avec des matériaux résistants aux bactéries



# Les acteurs de la Fabrication Additive

- Les acteurs sont nombreux ..
  - Des **fournisseurs** des matériaux, des logiciels 3D, des scanners 3D et les fabricants d'imprimantes 3D
  - Les **laboratoires** de recherche
  - Les **prestataires** de services, les sous-traitants
  - Les grands groupes, les **PME** et les consommateurs professionnels
- La fabrication additive influence **4** marchés importants dont :
  - La filière **aéronautique** a été moteur de l'utilisation de la fabrication additive pour les prototypes\* de pièces en composite allégé et résistant.
  - La filière du **luxe** fortement présente en France est aussi un relais pressenti pour la fabrication additive (personnalisation).
- Au niveau national, **la Haute-Garonne** est en **5° position** après la zone Rhône Alpes, la zone Nord-est, l'Ouest et la région parisienne.





# Quelles sont les pratiques des Artisans ? Méthodologie

- Une **enquête sur 2 échantillons** entre Septembre et Décembre 2017



## Echantillon 1

- **3 Experts imprimante 3D, Fab Lab et expert Numérique CMA**
  - Synthèse des pratiques sur **10 métiers clés**
  - **Entretien qualitatif** sur la base d'un questionnaire
  - Pratique évaluée selon 3 seuils avec des exemples pratiques (de pratique très répandue, de pratique en test à pratique rare)



## Echantillon 2

- **5 avis croisés** (vendeur ou utilisateur sous-traitant, conférencier sur le sujet, artisans connaisseurs ou élus)
  - Utilisation d'un questionnaire en ligne : 10 questions sur la pratique et la perception de l'imprimante 3D (les « + » et les « - »)
  - Suivi d'une **enquête qualitative sur les perceptions** et les ressentis

- Les réponses obtenues décrivent un **état du marché et des usages à fin 2017** (portée qualitative ou indicative) avec une focalisation sur les exemples du département quand ils existent .... « **les usages innovants ou testeurs** »



# Fabrication additive

## Retours d'expérience – Les pratiques de l'Artisanat



Légende	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique très répandue
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique en test
<span style="background-color: #FF69B4; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique rare

Services	Prototype	Pièce unique	Pré-série	Série
Bureautique Informatique Photographie	<b>Fichiers 3D</b>	Scanner 3D et photo 3D pour les fichiers 3D	Création de banques de fichiers 3D	Création de banques d'image 3D
Réparations Auto Moto	<b>Pièces formes géométriques non faisables via l'usinage traditionnel,</b>	Marché des pièces des voitures / motos de luxe	Pièces légères/résistantes type « toiles d'araignées » à la place de plaques	Pièces détachées apportant résistance et légèreté
Coiffure en Salon, hors salon Esthétique ou santé	Test de texture sur mesure, teints de peau, cheveux reproduits 3D	Fond de teint sur mesure, cheveux sur mesure, "moules de silicone biocompatible" ...	Packaging cosmétique	A venir "banque de modèles"
Electroménager	Réalisation de pièces détachées	Réalisation de pièces pour réparer des appareils anciens	Banque de fichiers ou de pièces détachées	banque de fichiers 3D directement de l'objet
Réparation Montre Horloge Bijoux	Moule de bagues	Pièce unique sur demande (croquis) pour le marché du luxe, horlogerie de luxe	Moule de bagues pour le marché grand public ou du luxe	Moulage de bagues pour le grand public avec nouveaux matériaux

➔ Les **Services** en recherche de **créativité** ou de **résistance et légèreté**, utilisent principalement la **pièce unique** et les **préséries**.





# Fabrication additive

## Retours d'expérience – Les pratiques de l'Artisanat

Légende	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique très répandue
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique en test
<span style="background-color: #FF69B4; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique rare



Alimentation	Prototype	Pièce unique	Pré-série	Série
Boulangerie Pâtisserie (confiseur, chocolatier ...) Plats à Emporter (traiteurs)	<b>Motifs complexes en sucre ou en chocolat en une pièce</b> (ex : dentelle en chocolat)	<b>Pièce unique chocolat pour mariage, Anniversaire ou</b> <b>Pièce garantie sans gluten</b>	<b>Objets faits rapidement avec des formes et des textures variées</b> (biscuit crousti-fondant)	<b>Menus spéciaux avec des formes et des textures variées pour les maisons de retraite</b>

➔ L'**Alimentation**, en recherche de plats à **textures nouvelles** (biscuit crousti-fondant en un seul morceau, ou dentelles) ou de menus **design** (purées pour les maisons de retraite), teste des **prototypes** en sucre ou en chocolat ou des **préséries**.





# Fabrication additive

## Retours d'expérience – Les pratiques de l'Artisanat



Légende	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#90EE90; border:1px solid black;"></span>	Pratique très répandue
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#FFD700; border:1px solid black;"></span>	Pratique en test
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#FF69B4; border:1px solid black;"></span>	Pratique rare

<b>Bâtiment</b>	Prototype	Pièce unique	Présérie	Série
Couverture Charpente		Impression multi-matériaux allégée et moins cher	Tôle toiture avec isolant intégré	Test Couverture tout en un
Installations Electriques		Impression de circuit avec une pièce conductrice (carbone conducteur)	Petits composants ( ex bibliothèque LEGRAND)	
Maçonnerie Construction	Mur 3 D pour assemblage	Cabanon par assemblage pour spectacles intégrant son/lumière	Moulages pour formes complexes ou corniches	
Menuiserie	Prototypage de pièces via la découpe laser ou la fraiseuse	Meuble avec domotique à l'intérieur	Découpe laser ou fraiseuse pour des pièces complexes	
Plâtrerie	Moules de corniches	Objets d'art		
Plomberie	Pièces avec des coudes à angle complexe	Pièces sur mesure	Pièces avec des coudes à angle complexe	Freins : coût / résistance
Terrassements piscines	Prototype de test de murs	Freins : assurance et certification	Contrainte : assurance et certification	

➔ Le **Bâtiment** découvre la fabrication additive et quelques pièces uniques sont réalisées pour les **moulages de forme** ou des **pièces en un seul morceau**. Le **BIM** va favoriser l'utilisation de fichier 3D dans le neuf.



# Fabrication additive

## Retours d'expérience – Les pratiques de l'Artisanat

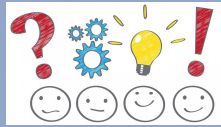


Légende	
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique très répandue
<span style="background-color: #fcf8e3; border: 1px solid #ccc; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique en test
<span style="background-color: #f2dede; border: 1px solid #ccc; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Pratique rare

<b>Production</b>	Prototype	Pièce unique	Pré-séries	Séries
Bijouterie - Horlogerie	Moule de bagues	Pièce unique sur demande (croquis) pour le marché du luxe, horlogerie de luxe	Moule de bagues pour le marché grand public ou du luxe	Moulage de bagues pour le grand public avec de nouveaux matériaux
Fabrication Vêtements	NC	Patrons non standard	Patrons ou boutons "petites séries avec un rendement"	idem
Imprimerie	Test de nouveaux matériaux et des formes complexes	Savoir-faire grâce au 3D (modélisation)	idem	idem
Mécanique Agricole Mécanique de précision	Pièces formes géométriques non faisables via l'usinage traditionnel,	Pièces uniques avec des propriétés légèreté/résistance	Pièces nouvelles résistantes/allégées: "toiles d'araignées" à la place de plaques	Pièces détachées apportant résistance et légèreté à coût maîtrisé
Prothésiste Dentaire	Appareils	Prothèses uniques	Séries post traitement finition à la main	Séries post traitement
Divers Production Luthier, ...artisans d'art	Finition à la main	Pièce unique ou objet d'art	Finition à la main	Finition à la main



La **Production**, portée par la **maîtrise des fichiers 3D** et des **matériaux**, expérimente les **pièces uniques et préséries** selon les besoins.



# Fabrication additive

## Résultats de l'enquête qualitative

### 1. Avez vous déjà entendu parler de la fabrication additive ? pouvez vous détailler votre réponse ?

- Par le secteur industriel PME
- Par production de pièces unitaires (drones mobilité)
- Par le milieu dentaire
- Par conférence
- Par contact entreprise de pièces mécanique 3D

### 4. Avec l'imprimante 3D, quelles opportunités vont apparaître ?

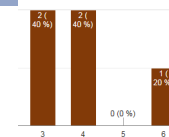
- accéder à de nouveaux marchés, réaliser des outillages plus facilement et moins chers, accès à des prototypes non faisables dans les technos aujourd'hui, Pouvoir fabriquer des pièces en petites séries à des coûts moindres donc 1) cela ouvre d'autres marchés et 2) utilisation fab lab dans l'artisanat et pme pour concevoir les petits outillages pour le quotidien (exemple : usinage petites pièces pour maintenir et bloquer la pièce ...gains importants)
- Métier dentaire - privilégier la future chirurgie, modèle pour prothésiste et visualisation des futurs implants dentaires
- créer son besoin, favoriser la créativité, et raccourcir les délais de fabrication
- faire des pièces complexes, re-créations de pièces qui n'existent plus

### 5. Avec l'imprimante 3D, quels risques voyez vous pour les petites entreprises ?

- aujourd'hui aucun - petites entreprises et petites impressions mais tout le monde devrait être équipé - c'est la révolution dans le travail pour le joaillier - il peut dessiner son objet et fondre en cire perdue, cela change son métier, bouleverse l'artisanat
- Pas de gros risques ; des pièces 3D faites traditionnelles mais c'est marginal - le risque est plutôt lié à la fab lab car on peut trouver des copies (pareil pour tout fichier CAO) - l'idée est de faire de nouvelles pièces et non des pièces existantes
- L'usinage rencontre des risques (suppression d'emploi) mais pour le 3D au contraire pas de risque
- Le risque est de ne pas pouvoir bénéficier de la technique et des outils par manque de moyen
- Le coût du matériel étant élevé, pas de participation au marché, ou sinon il faut faire appel à la sous-traitance

### 3. Selon vous, quelle est la pratique de la fabrication additive ou impression 3D par les entreprises ? (de 1 : découverte à ... 10 : utilisation régulière)

« 4 / 10 ...au delà de la découverte »



### 6. Selon vous, comment les artisans vont faire face à ce changement de marché ou à cette nouvelle façon de faire?

- Il doivent s'informer (depuis 3 ans, 150 conférences sur le sujet, aller chercher l'info, des démos (aller chercher l'info primordial), il faut s'équiper de petits matériels pour découvrir, c'est rien c'est 3 000 € environ- ex pièces détachées pour réparer un porte ... l'info est cruciale..
- Il faut s'intéresser aux nouvelles technos, trouver des informations des cas d'emplois sur internet et faire des essais - les gens vont se rendre compte du potentiel .. ceux qui s'intéressent aujourd'hui auront un avantage concurrentiel, cela va être durable ... à tester et se montrer curieux
- Avec adaptation
- Par l'information, des groupements d'achat ou de pratiques, à défaut par le déni
- Pas de changement mais complément de marché (supplémentaire), s'équiper ou répondre à des entreprises sous traitantes

### 7. Quels conseils pour un chef d'entreprises pour tirer profit de la fabrication additive ou l'imprimante 3D ?

- Regarder l'activité actuelle de l'entreprise, ses besoins en fabrication additive et quels marchés si elle avait l'imprimante 3D
- ex : mécanique générale usinage de métaux - achat imprimante 3D plastique pour remplacer les pièces en métal -
- Le coût de l'imprimante 3D et la CAO peuvent être des freins - maîtriser l'outil qui permet d'imprimer - il manque 12 000 postes CAO d'ici 10 ans
- 1) Pour moi il faut rencontrer des pros et faire des tests et sous traiter et se poser la question de l'intégration de cet équipement.
- 2) il faut s'y mettre et ne pas se dire plus tard, avoir l'esprit ouvert, des choses à imaginer car cela peut développer, améliorer des produits ... très larges possibilités.
- Ne pas se fier aux commerciaux, être bien attentif à l'évolution du marché
- Information sur les opportunités et se rapprocher des ressources humaines, se montrer capable d'expliquer et de le mettre en place
- Faire des propositions de produits réalisables



Metier	Offre	Demande	Profil
Prothésiste	Personnalisation	Vente de catalogues	Profil
Joillier	Personnalisation	Vente de catalogues	Profil
Fichier / Image 3D	Offre	Vente de catalogues	Profil
Textile	Prototype	Vente / réalisation de prototype	Profil
Biscuit	Prototype	Vente / réalisation de prototype	Profil
Esthétique / Coiffure	Prototype	Expérimentation	Profil
Artisans d'art	Prototype	Expérimentation	Profil
Construction	Prototype	Idée concept	Profil
Information Sensibilisation	Offre	Idée concept	Profil

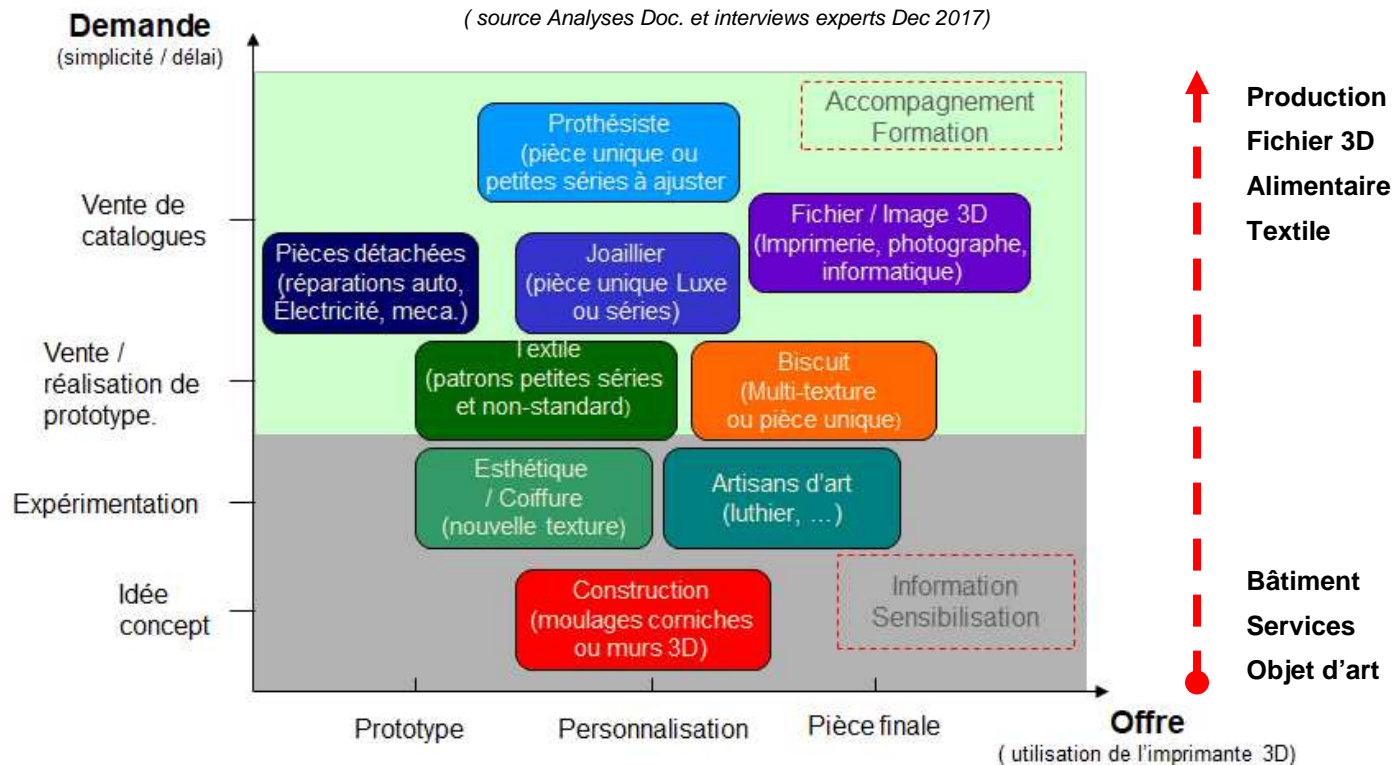
# Fabrication additive

## La pratique de 10 métiers clés et les actions envisagées

- En croisant l'offre et la demande, il ressort :
  - Les métiers « **découvreurs** », qui pourraient être intéressés par une information ou sensibilisation.
  - Les métiers « **innovants** », avec une pratique plutôt avancée et qui pourraient avoir besoin de formation ou d'accompagnement.

### La pratique de 10 métiers d'Artisanat

( source Analyses Doc. et interviews experts Dec 2017)





# Fabrication additive

## L'artisan de demain – Les verbatims recueillis

### Le savoir faire

- « Faire d'abord soi-même (Do It Yourself) : »
- « Pas de constat d'augmentation du CA ; le gain est d'ajouter des compétences à son savoir-faire (formation peinture) »
- « Analyser les processus pour réussir l'hybridation de la fabrication numérique »

### Le marché

- « Savoir utiliser les « libres » et ne pas refaire ce qui a déjà été produit par ailleurs »
- « L'imprimante 3D va créer une nouvelle clientèle et de nouveaux réseaux »
- « L'utilisation de l'imprimante 3D va être enseignée plus tôt »
- « L'imprimante 3D va créer des opportunités différentes selon le métier »
- « Le coût de l'imprimante 3D varie entre 200 € (petite machine grand public) pro – 1000 à 2000 – machine 3D composite titane – 1 mil. »
- « Les clients ont des approches qualitatives grâce aux échanges internet »

### Le numérique

- « Apprendre et comprendre afin de construire sa stratégie numérique »
- « Le BIM intègre des fichiers 3D pour les bâtiments neufs »

### Les équipements

- « L'imprimante 3D va créer une hybridation / ajouter des compétences nouvelles »
- « Le 3D va combiner le travail manuel et l'ordinateur PC imprimante pour plus de créativité »
- « L'imprimante 3D va créer un échange de compétence avec une valeur ajoutée à leur produit »



### Le savoir être

- « Les bonnes pratiques de l'artisan ...ne pas rester entre artisans – voir d'autres artisans »
- « Mesurer et proportionner les investissements aux besoins « Métiers » »
- « Se faire conseiller avant d'investir dans la technologie »
- « Ne pas se laisser aveugler par la technologie : risque de sur-investissement inutilisable et/ou disproportionné »
- « Aller voir autres métiers (architecture, industrie) adaptables , en veille – créer des ponts avec des métiers »



# Fabrication additive

## L'artisan de demain – Les verbatims recueillis

### Le savoir faire

- « Faire d'abord soi-même (D)
- « Pas de constat d'augmenter  
d'ajouter des compétences  
(formation peinture) »
- « Analyser les processus pour réussir l'hybridation de la fabrication numérique »

Voir et tester  
l'imprimante  
3 D

### Le marché

- « Savoir utiliser les « libres » et ne pas refaire ce qui a déjà été produit par ailleurs »
- « L'imprimante 3D va créer une  
de nouveaux réseaux »
- « L'utilisation de l'imprima  
plus tôt »
- « L'imprimante 3D va créer des opportunités différentes selon le métier »
- « Le coût de l'imprimante 3D varie entre 200 € (petite machine grand public) pro – 1000 à 2000 – machine 3D composite titane – 1 mil. »
- « Les clients ont des approches qualitatives grâce aux échanges internet »

Voix du  
client



### Le numérique

- « Apprendre et comprendre afin de construire
- « Le BIM intègre des fichiers 3D pour les bât

Voir les  
fichiers 3D

### Les équipements

- « L'imprimante 3D va créer une hy  
compétences nouvelles »
- « Le 3D va combiner le travail m  
imprimante pour plus de créativité »
- « L'imprimante 3D va créer un échange de compétence avec une valeur ajoutée à leur produit »

l'imprimante  
3 D : un outil  
en plus

### Le savoir être

- « Les bonnes pratiques de l'arti  
artisans – voir d'autres artisans »
- « Mesurer et proportionner les investissements
- « Se faire conseiller avant d'investir dans la tec
- « Ne pas se laisser aveugler par la technologie : risque de surinvestissement inutilisable et/ou disproportionné »
- « Aller voir autres métiers (architecture, industrie) adaptables , en veille – créer des ponts avec des métiers »

Partager  
Rencontrer  
Se faire  
conseiller

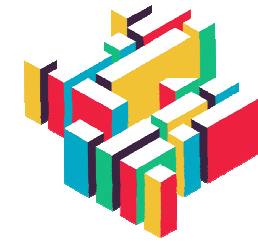




# Fabrication additive

## Les autres actions envisageables

- Proposer des **Conférences**
  - Les thèmes intéressants : droit d'auteur fichier, fournisseur imprimante 3D, chef d'entreprise métier utilisant les imprimantes 3D
  - Le « + » : témoignages chefs d'entreprises utilisant l'imprimante 3D
- Construire des « **Work shop** » en lien avec les Fédérations Professionnelles sur des sites remarquables (ESM, Fab Lab ...)
  - Pâtisserie
  - Bâtiment ...
- **BIM** – formation numérique associée



Artilect - FabLab Toulouse







# Annexe

(1) Dentelle de chocolat réalisée par impression 3D (ex : Miam Factory)

(2) La start-up bordelaise Tridi Foodies a mis au point une imprimante 3D capable d'imprimer des " foodies " c'est-à-dire des objets de communication comestibles ;

(3) Exemples de moules réalisés par impression 3D pour Artisanat d'art

\* \* \*

**Cette synthèse fait référence à l'étude globale réalisée fin 2017, par le Service Etudes Statistiques et Prospectives et intitulée**

**« Etude Filière – Fabrication additive – Etat des lieux - Applications et opportunités pour l'artisanat »**