

AM FIELD GUIDE COMPACT

mesago

formnext

Edition
french
& english
2022

À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS DE LA FABRICATION ADDITIVE

Une introduction pratique au monde passionnant de la fabrication générative

EXPLORE THE WORLD OF ADDITIVE MANUFACTURING

A hands-on introduction into the exciting world of generative manufacturing

L'« AM Field Guide » donne un premier aperçu structuré du monde complexe de la fabrication additive. Les procédés de fabrication additive les plus courants proposés sur le marché sont représentés schématiquement en faisant une distinction entre polymères, métaux et autres matériaux, et leur principe de base est brièvement exposé. Outre les principales méthodes décrites ici, il existe de nombreux dérivés et procédés spéciaux qui sont également utilisés mais qui ne sont pas explicitement présentés. Notons que dans le domaine récent de la fabrication additive, de nombreux fabricants donnent leurs propres désignations à leurs applications de FA, si bien qu'il est difficile d'obtenir une classification vraiment exhaustive.

Dans la présentation du processus de création de composants fabriqués par fabrication additive, il convient notamment de souligner que le « processus d'impression additive » proprement dit ne représente, en tant que processus central, qu'une moindre partie d'une chaîne de processus complexe. De l'idée à la pièce finale produite, on passe par de nombreuses étapes de processus. Le post-traitement des pièces fabriquées par FA est une procédure courante. Pour une utilisation optimale des technologies de fabrication générative, il est nécessaire de maîtriser le processus dans son intégralité. Les étapes détaillées du processus diffèrent parfois considérablement, suivant le procédé de FA, les matériaux et d'autres aspects.

À titre indicatif, voici quelques questions en rapport avec l'utilisation de procédés de FA qui doivent être posées aux fabricants respectifs :

- Quel matériau faut-il utiliser ?
- Les pièces sont-elles des prototypes ou des composants de série ?
- Quelles sont les quantités nécessaires ?
- Existe-t-il déjà des applications de FA comparables ?
- Existe-t-il des prestataires proposant ce service ?
- Comment faut-il adapter la structure organisationnelle existante aux exigences de la FA ?
- Comment le développement doit-il être adapté au processus de fabrication additive ?

The »AM Field Guide« provides a structured overview of the complex world of Additive Manufacturing. Separated into polymers, metals and other materials, the most common AM processes available on the market are shown schematically and the core of each process is briefly described. In addition to the main methods described here, there are many derivatives and special processes which are also used and which are not explicitly shown. It should be noted that in the emerging field of Additive Manufacturing, many manufacturers give their AM technologies their own names, so that a completely comprehensive classification is difficult to obtain.

In the presentation of the product development process of additively manufactured components, it should be emphasized that the actual, physical additive printing process is only a small part of a complex process chain. From the conceptualization of a part, through to the final manufactured component, there are many process steps. Post-processing of AM components is often necessary. Mastery of the entire process is required in order to make optimum use of advanced manufacturing technologies. The detailed steps in any individual application can vary considerably, depending on the AM process, the materials and other process elements.

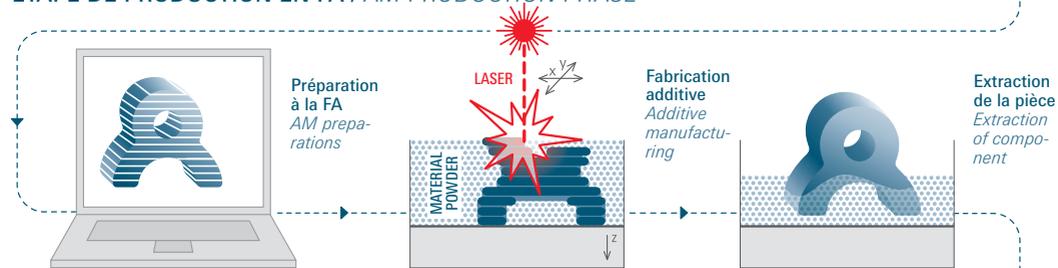
As a guideline, here are the questions that have to be put to the respective manufacturers in connection with the use of AM procedures.

- Which material is required?
- Are the components prototypes or series components?
- What quantities are required?
- Are there already comparable AM applications?
- Are there service providers offering this service?
- How must the existing organizational structure be adapted to fulfill AM requirements?
- How must the development process be adapted to the AM manufacturing process?

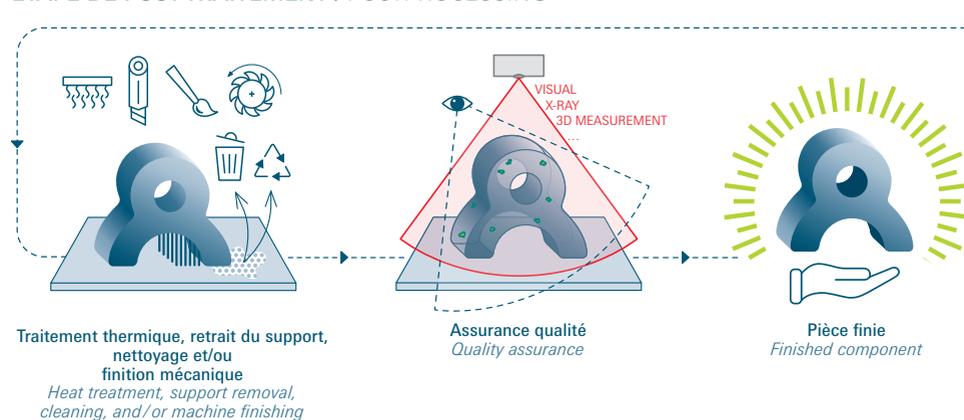
ÉTAPE DE PRÉTRAITEMENT / PREPROCESSING



ÉTAPE DE PRODUCTION EN FA / AM PRODUCTION PHASE



ÉTAPE DE POST-TRAITEMENT / POSTPROCESSING



Clause de non-responsabilité : Le présent guide a été rédigé par M. Prof. Dr.-Ing. Steffen Ritter / Université de Reutlingen en collaboration avec formnext / mesago Messe Frankfurt GmbH. Les représentations de procédés figurant dans ce document ont été réalisées et synthétisées au mieux de nos connaissances. Elles représentent l'état actuel du développement. Leur objectif est de donner un premier aperçu structuré du monde complexe et multidimensionnel des procédés de fabrication additive. Les auteurs ne sauraient être tenus pour responsables de dommages matériels ou immatériels causés par l'utilisation ou la non-utilisation des informations fournies ou par l'utilisation d'informations erronées ou incomplètes.

Disclaimer: This guide was created by Prof. Dr.-Ing. Steffen Ritter from Reutlingen University in cooperation with formnext / mesago Messe Frankfurt GmbH. The process descriptions shown here have been compiled and summarized to the best of our knowledge and belief. They represent the current state of development. They are intended to provide an initial structured overview of the complex and multilayered world of additive manufacturing processes. Liability claims against the authors relating to material or non-material damage caused by the use or non-use of the information provided or by the use of incorrect or incomplete information are generally excluded.

ÉTAPE DE PRÉTRAITEMENT / PREPROCESSING

- Quelles propriétés de composant et de matériau la pièce en FA doit-elle posséder dans tous les cas ?
- Le matériau est-il qualifié ou validé généralement ou spécifiquement pour l'application ciblée ?
- De quoi faut-il tenir compte tout particulièrement dans le cas du « Design for Additive Manufacturing » ?
- Existe-t-il des exigences de conception particulières pour répondre aux critères de la FA ?
- Quelles sont les possibilités offertes par une conception des composants répondant aux critères de la FA ?
- Sous quelle forme les données CAO du modèle de pièce doivent-elles être disponibles ?
- Existe-t-il un procédé de FA spécial particulièrement adapté aux composants souhaités ?
- *What are the component and material properties that the AM component should have in any case?*
- *Is the material generally or specifically qualified or validated for the intended application?*
- *What is especially important for »Design for Additive Manufacturing«?*
- *Are there special design specifications for the AM compliant component design?*
- *What design possibilities result from AM compliant component design?*
- *In which way must the CAD data of the part model be available?*
- *Is a special AM process particularly suitable for the desired components?*

ÉTAPE DE PRODUCTION EN FA / AM PRODUCTION PHASE

- Le processus de FA peut-il être intégré dans des processus existants ?
- Quel est le support requis pour le processus de FA souhaité ?
- Quels sont les coûts de maintenance à prévoir pour le processus de FA ?
- Les matériaux sont-ils en vente libre ou ne sont-ils disponibles qu'auprès du fabricant du système ?
- Le système est-il une Black Box ou les paramètres de production peuvent-ils être configurés individuellement ?
- Existe-t-il des exigences particulières en matière de protection des personnes et de l'environnement ?
- Quelle est la vitesse de production/de construction du processus FA
- *Can the AM process be integrated into existing processes?*
- *How much support is required for the desired AM process?*
- *What maintenance costs are to be expected for the AM process?*
- *Are the materials freely available for purchase or can they only be purchased originally from the system manufacturer?*
- *Is the system a black box or can production parameters be individually adjusted?*
- *Are there special protection requirements for people and the environment?*
- *What is the production/building speed of the AM process?*

ÉTAPE DE POST-TRAITEMENT / POSTPROCESSING

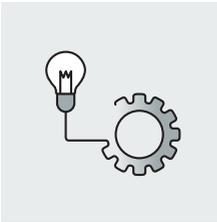
- Les pièces fabriquées par FA nécessitent-elles des opérations spéciales de post-traitement ?
- Les pièces en FA doivent-elles être soumises à un traitement consécutif lors d'une étape ultérieure du processus ?
- Les matériaux non utilisés dans le processus de FA peuvent-ils être recyclés ?
- Comment faut-il traiter un matériau usagé ?
- La qualité du composant doit-elle être attestée par une qualification (essais non destructifs, par ex.) ?
- *Is there any special post-processing work on the AM components?*
- *Do the AM components have to be aftertreated in a further process step?*
- *Can material not used in the AM process be recycled?*
- *How must the unused material be handled?*
- *Does the component quality have to be proven by a qualification, e.g. by a non-destructive testing procedure?*

En général, une utilisation économique des procédés de fabrication additive est envisageable lorsque l'application de FA se rapporte à un ou plusieurs des champs d'application présentés ci-après.

La faisabilité doit être vérifiée au cas par cas, en fonction de la méthode de FA spécifiquement appliquée ainsi que du processus de FA global correspondant.

Generally speaking, Additive Manufacturing processes are cost-effective if the AM application relates to one or more of the fields illustrated below.

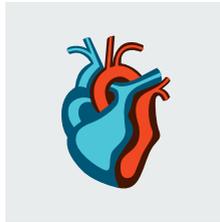
However, the feasibility of each individual case will need to be verified in relation to the specific AM process involved and the corresponding entire AM process too.



PROTOTYPAGE PROTOTYPING

Le « prototypage rapide » reste l'une des applications les plus courantes des technologies de fabrication additive dans le processus de développement pour la réalisation d'un premier modèle. Les composants peuvent aller des prototypes fonctionnels aux premiers échantillons proches de la production en série. Il convient de souligner que ces pièces peuvent être réalisées très rapidement par rapport aux prototypes fabriqués de manière traditionnelle.

Rapid prototyping is still one of the most common applications for Additive Manufacturing technologies used during the development and pre-production process. Components are possible from functional prototypes to production-quality initial samples. It is important to note that these parts can be made very quickly compared to prototypes manufactured in the traditional way.



FABRICATION DE MAQUETTES MODEL MAKING

Les procédés de FA multicomposants ou multicolores offrent de nombreuses possibilités lors de la réalisation de maquettes explicatives, notamment pour représenter des structures géométriques complexes de manière rapide, claire et économique.

AM processes capable of producing multiple components in multiple colors offer a wide range of possibilities for making clear, cost-effective explanatory models quickly, even those with complex geometrical structures.



PETITES SÉRIES SMALL BATCHES

Comme les procédés additifs ne dépendent pas essentiellement d'outils et de moyens de production onéreux et spécialement adaptés, ils n'entraînent pas non plus d'investissements coûteux en amont. Les procédés de FA se prêtent ainsi à la réalisation économique de petites séries. Le principal défi est d'obtenir, avec les procédés de FA, des propriétés des composants et des matériaux équivalentes à celles obtenues avec les procédés de fabrication classiques.

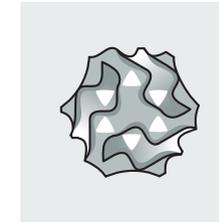
Since additive processes mostly do not rely on expensive and specially adapted tools and means of production, they do not require considerable investment in advance. As such, AM processes are suitable for cost-effective small-batch production. The biggest challenge is how to achieve component and material properties with AM processes that are at the same level as those provided by traditional manufacturing methods



PERSONNALISATION CUSTOMIZATION

La fabrication de pièces spécialement adaptées à un cas particulier. Même dans ce cas, une fabrication économique de ces pièces entièrement personnalisées est possible. La fabrication sur mesure est une pratique bien connue en technique médicale et en prothétique.

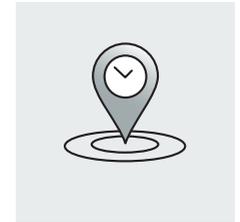
The production of components that are specially adapted to an individual case. Even then, economical production of these completely individualized components is possible. Customized one-off productions are particularly well known in medical technology and prosthetics.



LIBERTÉ DE CONCEPTION FREEDOM OF DESIGN

Les pièces produites en fabrication additive peuvent être réalisées dans pratiquement n'importe quelle géométrie, sans coûts supplémentaires par rapport aux méthodes traditionnelles. Une fonctionnalité optimale est obtenue moyennant une utilisation minimale de matière et les structures sont réduites au strict minimum. Afin de créer des structures à valeur ajoutée grâce aux libertés de conception spécifiques au processus et à l'intégration des fonctions, les concepteurs doivent repenser leur approche par rapport aux processus traditionnels.

AM components can be made in practically any geometry with little-to-no additional costs compared to more traditional means. Optimum functionality is achieved with minimal use of materials and structures are reduced to only what is absolutely necessary. In order to create structures with added value through the process-specific design freedoms and functional integration, designers have to rethink their approach when compared to traditional processes.



FABRICATION IN SITU IN-SITU MANUFACTURING

Les procédés additifs permettent de fabriquer des produits partout et immédiatement. Ainsi, les composants peuvent être rapidement mis à disposition sur place, sans stockage préalable coûteux.

Thanks to additive processes, products can be made at the point of need, just like that. So, components can be made available without having the inconvenience of storing them beforehand.



PBF

Powder Bed Fusion*

Fused with agent + energy

Fused with laser

MJF

Multi Jet Fusion

SLS

Selective Laser Sintering



MEX

Material Extrusion*

Material extrusion Filament

Material extrusion Granulate

FDM

Fused Deposition Modeling

PEM

Pellet Extrusion Modeling



MJT

Material Jetting*

Cured with UV light

MJ

Material Jetting



VPP

Vat Photopolymerization*

Cured with laser

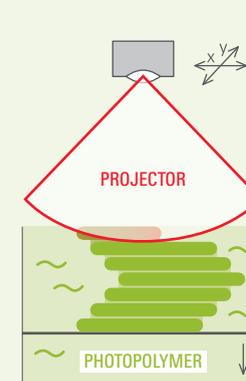
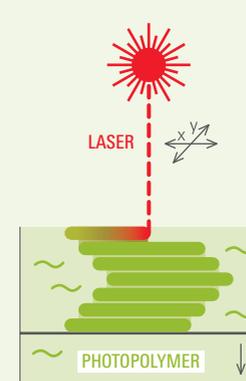
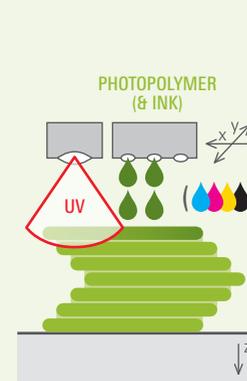
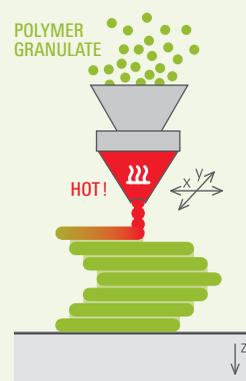
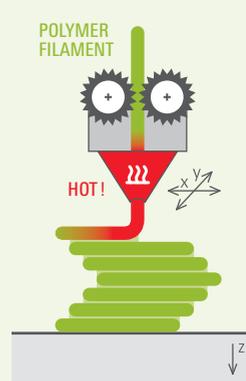
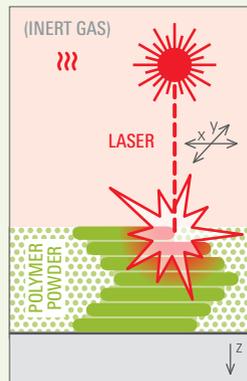
Cured with projector

SLA

Stereo Lithography

DLP

Direct Light Processing



Des micro-gouttelettes de liquide sont appliquées localement sur une couche de poudre de polymère. Elles augmentent ou inhibent l'absorption de chaleur du matériau. Une source infrarouge à action intégrale fait fondre localement la matière première pulvérulente.

Tiny liquid droplets are applied locally to a layer of polymer powder. They increase or suppress the heat absorption of the powder. An integrally acting infrared source melts the material respectively.

À l'aide d'un faisceau laser mobile, la poudre de polymère est frittée localement de manière sélective, couche par couche, et solidifie ainsi une section de la pièce.

By means of a movable laser beam, a polymer powder is selectively sintered locally layer by layer and thus solidifies a cross-section of the component.

Le matériau plastique filaire, ou filament, est plastifié dans une unité de buse et dosé localement de manière sélective, couche par couche.

Wire-shaped plastic, so-called filament, is plasticized in a nozzle unit and selectively dosed locally layer by layer.

Les pastilles de plastique sont plastifiées dans une unité de buse et dosées localement de manière sélective, couche par couche.

Plastic granulate is plasticized in a nozzle unit and selectively dosed locally layer by layer.

Des micro-gouttelettes de photopolymère sont déposées localement et en couches par de nombreuses buses. Le photopolymère visqueux est ensuite instantanément durci par la lumière UV.

Small droplets of photopolymer are applied locally and layer by layer through many nozzles. The viscous photopolymer is then cured instantly by UV-light.

Au moyen d'un faisceau laser mobile, un photopolymère visqueux est polymérisé localement de manière sélective, couche par couche, et se solidifie sur place.

By means of a movable laser beam, a viscous photopolymer is selectively cured locally in layers and solidifies there.

Un photopolymère est exposé couche par couche à l'aide d'un projecteur. Le matériau exposé se polymérise localement et se solidifie.

A photopolymer is exposed layer by layer using a projector. The exposed material is polymerized locally and solidifies.

*selon la terminologie DIN EN ISO/ASTM / according to DIN EN ISO/ASTM Terminology

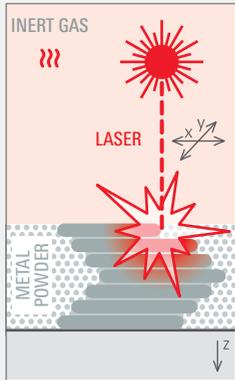
Le principe est identique pour tous les procédés : le processus sélectif couche par couche permet de réaliser des structures tridimensionnelles. / It applies to all processes: three-dimensional structures are created by the selective layer-by-layer process.



PBF
Powder Bed Fusion*

Fused with laser

SLM
Selective Laser Melting

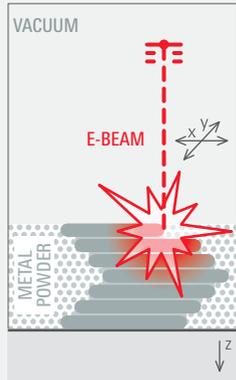


À l'aide d'un faisceau laser mobile, la poudre de métal est fondue localement de manière sélective, couche par couche, et solidifie ainsi une section de la pièce.

By means of a movable laser beam, metal powder is selectively melted locally layer by layer, thus solidifying a cross-section of the component.

Fused with electron beam

EBM
Electron Beam Melting



Au moyen d'un faisceau d'électrons mobile, la poudre de métal est fondue localement de manière sélective, couche par couche, et solidifie ainsi une section de la pièce.

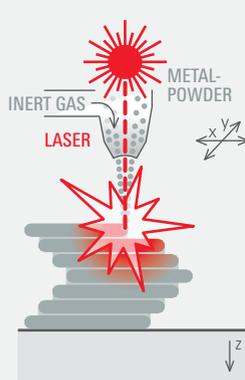
By means of a movable electron beam, metal powder is selectively melted locally layer by layer, thus solidifying a cross-section of the component.



DED
Directed Energy Deposition*

Fused with laser

LENS
Laser Engineering Net Shape

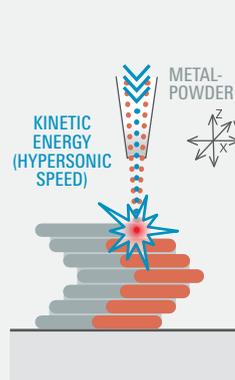


Le matériau est déposé et fondu simultanément par un faisceau laser. La solidification consécutive de la masse fondue génère de nouvelles couches, qui se superposent et se juxtaposent.

Material is applied and melted simultaneously by a laser beam. The following solidification of the melt generates new layers which are arranged above and next to each other.

Cold contact welding

MPA
Metal Powder Application

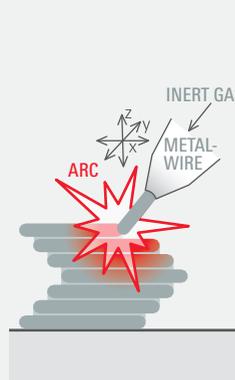


La poudre de matériau est appliquée couche par couche avec une énergie cinétique très élevée. Des composants se rapprochant du contour final sont produits. Des combinaisons de matériaux sont possibles.

Material powder is applied in layers with very high kinetic energy. Components close to the final contour are produced. Material combinations are possible.

Fused with electric arc

WAAM
Wire and Arc Additive Manufacturing



Le fil métallique est fondu par soudage à l'arc et appliqué localement en couches, pour créer rapidement de grandes structures métalliques proches des contours finaux.

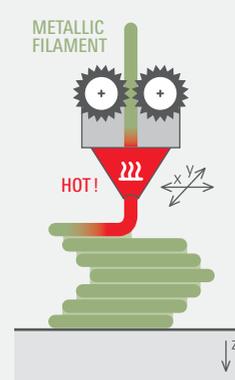
Metal wire is melted by arc welding and applied locally in layers to quickly produce large near-net-shape metal structures.



MEX
Material Extrusion*

Green part is printed to be sintered afterwards

FDM
Fused Deposition Modeling



Le matériau plastique filaire contenant du métal, ou filament, est plastifié dans une unité de buse et dosé localement de manière sélective, couche par couche.

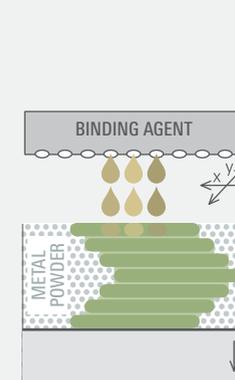
Wire-shaped metal-containing plastic, so-called filament, is plasticized in a nozzle unit and selectively dosed locally layer by layer.



BJT
Binder Jetting*

Joined with bonding agent to be sintered afterwards

BJ
Binder Jetting



Des micro-gouttelettes d'agent liant sont déposées localement et de manière sélective, couche par couche, par de nombreuses buses sur la poudre de métal. Elles lient la matière pulvérulente.

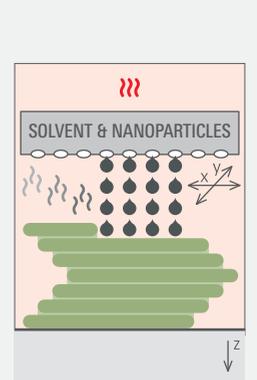
Tiny binder droplets are selectively applied locally through many nozzles and in layers onto metal powder. They stick the powder material together.



MJT
Material Jetting*

Cured with heat to be sintered afterwards

NPJ
Nano Particle Jetting



Un liquide solvant contenant des particules métalliques est dosé localement de manière sélective dans une unité de buse. Le solvant s'évapore et les nanoparticules se lient.

A metal particle solvent fluid is selectively dosed locally by a nozzle unit. The solvent evaporates and the nanoparticles bond together.

OTHER MATERIALS

