

# La fabrication additive métal entre dans l'ère industrielle

# Rôle de l'automobile et démarche PFA

Cette technologie très prometteuse à toute fois ses limitations. Le plus important est d'être lucides

## Temps de fabrication :

Il est très rapide de passer de la CAO à l'entrée de l'imprimante, par contre, les temps de fabrication sont encore long, et non compatibles des cadences automobiles.

## Caractéristiques mécaniques :

- Plastique : Les matières sont moins résistantes que leur équivalent injecté, même si certains développement récents tendent à converger
- Métallique : Les matières réalisées en fabrication additive sont plus résistantes que les pièces de fonderie, et peuvent supporter tout type de traitement thermique pour les renforcer

## Prix :

- Les prix des matières premières sont aujourd'hui un frein à l'adoption de cette technologie dans l'automobile. Pour le plastique, on est à des prix 10X supérieurs, pour le métal entre 10 et 50x.
- Les investissements machines sont très importants, avec des technologies en pleine mutation, donc un risque d'acheter une technologie obsolète dans 5 ans.

## La finition des pièces :

Que ce soit pour le métal ou le plastique, ce qui sort aujourd'hui des machines est une pièce brute et non pas une pièce finie, il faut donc en général la post-traiter (aspect, usinage, etc.) pour obtenir une pièce utilisable.

## Le procédé :

La conception des machines est issue du prototypage, leur utilisation de manière industrielle nécessite de les faire évoluer pour gagner en productivité.

# Rôle de l'automobile et démarche PFA

Du fait de ces limitations, l'automobile est moins avancée que d'autres industries (Aéronautique, médical), sur l'appropriation de la technologie

notamment métal

même si elle est utilisée en prototypage depuis les années 90

Par contre le potentiel d'application pourrait apporter des volumes de production qui permettraient la mise en place de process industriels plus performants et donc

–de jouer sur les coûts des matières premières

–sur les conception des machines pour répondre à ces nouveaux besoins, au bénéfice de l'ensemble de la filière

# Rôle de l'automobile et démarche PFA

Au sein de la PFA et dans le cadre de la démarche AIF, mise en place de groupes de travail pour identifier les périmètres d'intérêt :

- Court terme

- Pièces APV plastique
- Conception optimisé (métal)
- Optimisation temps de conception pièces faibles cadences

- MT – LT :

- intégration de fonction
- Matières pour outillages

- Basé sur des composants génériques non confidentiels

- Des contributions à la démarche AIF : Besoins matériaux, HSE, cartographie fournisseurs ...

# Très sommaire :

- Éléments de contexte : Origines et cheminement de la création de FMAS
- Levier Sofia et rôle des aides publiques
- Contribution à une filière française forte
- Rôle décisif de l'automobile dans la filière FA
  - Challenges et priorités pour l'automobile
    - Outillages
    - Esthétique
    - Pièces de valeur (masse/encombrement)
  - Démarche PFA en cours
- Synergie (transverses) au sein de la filière
  - Carrefour métal et polymères
  - Synergie Aéro/Auto. Accélération  $\leftarrow \rightarrow$  volumes
  - Mise en tension plasturgie/injection/outillages

- Contexte technique Michelin Lamelles
- Nécessité de rechercher des leviers/partenariats
  1. Pérenniser le savoir-faire acquis
  2. Le valoriser
    - Un partenariat avec quelle catégorie d'acteur ?
    - Avec quel acteur ?
- Une architecture à trois niveaux
  - FMAS
  - SOFIA, levier R&D
  - Contribution au dynamisme de la Filière Française, sous l'égide de l'AIF

# Pourquoi Michelin s'est intéressé à la Fabrication Additive



Construire en confiance

Présentation Clubs Auto Grandes Ecoles

c o n v e r g e n c e s

Thierry Sortais, le 28/11/2016



Page 4/

# Des expériences complémentaires pour...

Un partenariat Fives Michelin équilibré (50/50) orienté client (Make ou Buy) ayant pour vocation

- Machines et lignes industrielles FA métal
- Pièces
- Conseil et service

Cette ouverture favorise l'accès aux nouveaux entrants en baissant le ticket d'entrée

# Aujourd'hui, demain et après demain

- Mise en place à court terme de machines bénéficiant de l'expérience de Fives et de Michelin

- « SOFIA »

Pour préparer maintenant les générations de machines

- de demain
- et après demain,

centrées sur

- la robustesse industrielle
- une amélioration de la compétitivité,

mise en place d'un consortium R&D regroupant industriels et académiques, aidé en tant que PSPC par le CGI et la BPI

Organisé par générations de sources d'énergie, le programme adresse l'influence de paramètres tout au long de la chaîne de valeur de la fabrication additive métallique en se centrant sur la maîtrise d'une interaction énergie - matériau efficace.

# Une Filière française forte

La France doit être un acteur majeur de cette révolution potentielle

- La France n'est pas en avance, la masse de travail est énorme, les challenges scientifiques et techniques sont réels
- Aucun acteur, public ou privé, ne peut les surmonter seul
- La France a des atouts (recherche de haut niveau, des champions industriels, des PME dynamiques)

Autour de l'AIF

- Fédérer les énergies et concentrer les aides publiques sur les priorités reconnues
- Mutualiser ce qui peut l'être
- Favoriser l'exploration des applications potentielles d'intérêt

En outre, une Europe de la Fabrication additive a besoin d'une Filière Française forte

# Un travail organisé

120 acteurs contributeurs, académiques et industriels (grand groupes et PME/PMI)

- Formalisation d'un Plan Directeur présenté vendredi dernier à l'ensemble des acteurs et aux Pouvoirs Publics reflétant les travail de...
- ...Groupes de travail thématiques (10)
  - Procédé/Matériau
  - Numérique
  - Bibliothèque de cas d'usage, post-traitement
  - Contrôle
  - HSE
  - Normalisation
  - Certification
  - Formation
  - Structuration des marchés
  - Soutien à l'offre française
- Animation AIF d'actions transverses
  - Bases de données
  - Cartographies des compétences et des priorités
  - Aide à la synchronisation des projets et à la cohérence des projets
  - Socle de veille

# Rôle de l'automobile et démarche PFA

Utilisation potentielle dans l'automobile :

- Proposer des offres de personnalisation à nos clients
- Donner une vraie liberté de conception à nos designers et changer la manière dont on vit et utilise nos véhicules
- Optimiser la conception de nos voitures pour être plus efficace en aérodynamique, aéraulique, le confort, la masse, et certainement plein d'autres thématiques auxquelles nous n'avons pas encore pensé.
- Faire des outillages pour la fabrication
- Proposer des pièces de rechange imprimées localement

# FABRICATION ADDITIVE

## METALLIQUE



Arts &  
Métiers  
ALUMNI



par Charles de Forges - Directeur Général de Spartacus3D - X95

- Matériaux.
- Applications industrielles et enjeux, cas d'application concrets.
- Le procédé de fusion laser et l'exemple concret de nos machines.



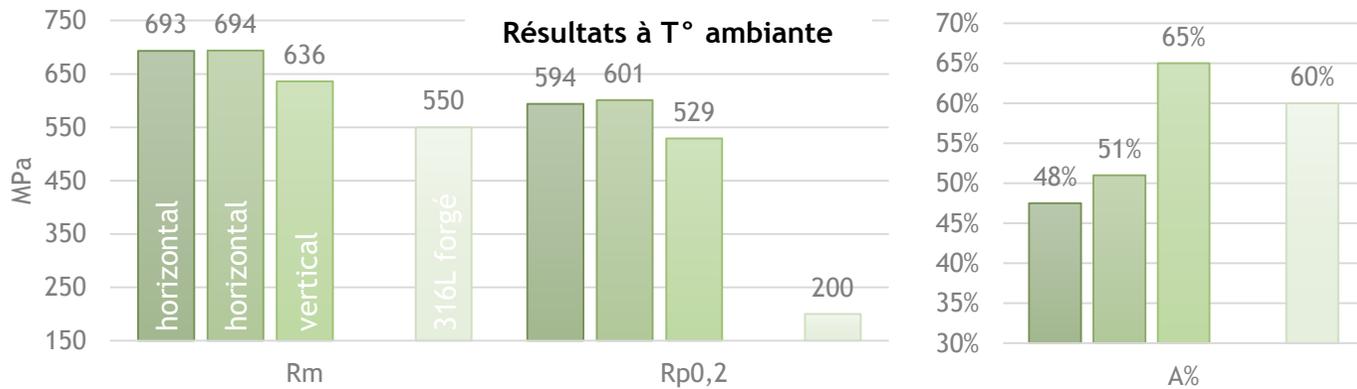
Les matériaux issus de la  
Fabrication Additive  
Métallique ne sont pas des  
« sous-matériaux ».

Ils ne sont pas poreux,  
moins résistants, et  
réservés à du prototypage.

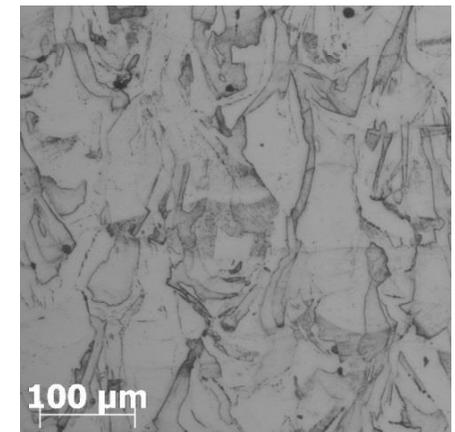
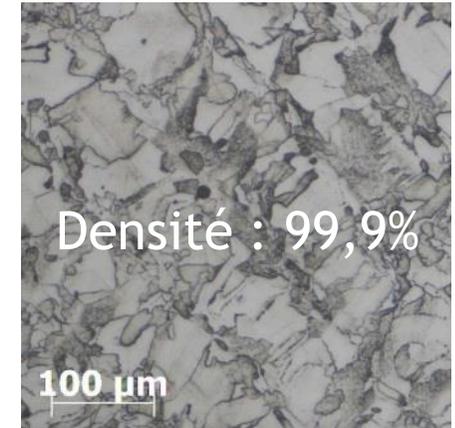


Nous avons des  
données matériaux sur  
chaque matériau  
travaillé.

## Exemple d'un acier inox 316L Résultats de traction & microstructure



Les 3 premiers résultats viennent des éprouvettes Spartacus3D.  
Le 4<sup>ème</sup> résultat est une référence sur un inox 316L forgé.



C'est un point fondamental car il permet de gérer les problématiques de certification de pièces en relatif, notamment par rapport à la fonderie.

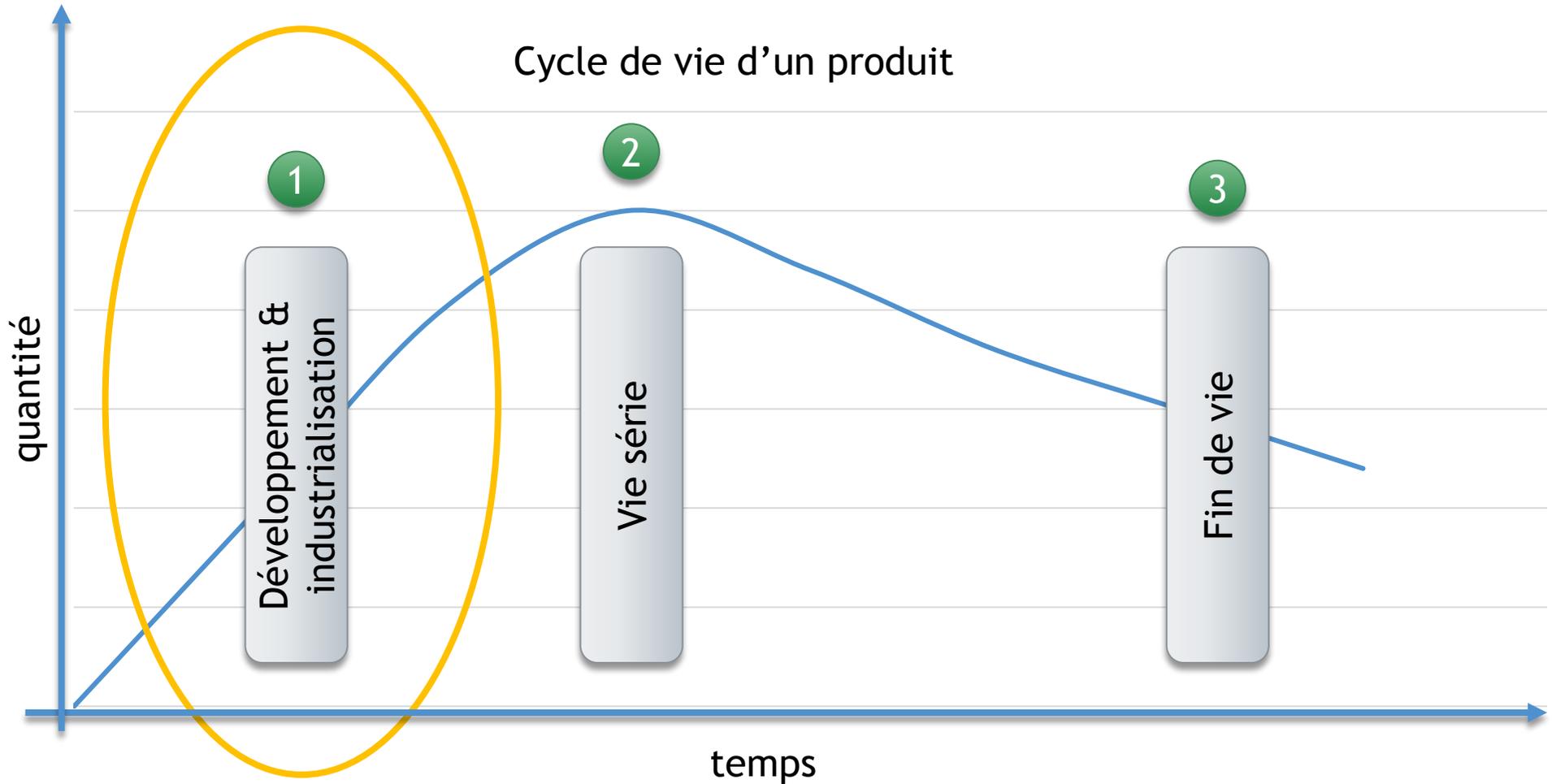
Du moins tant qu'on évolue dans des matériaux connus et classiques :

- Titane TA6V
- Inconel 625, 718
- Inox 316L
- Aluminium AlSi10Mg

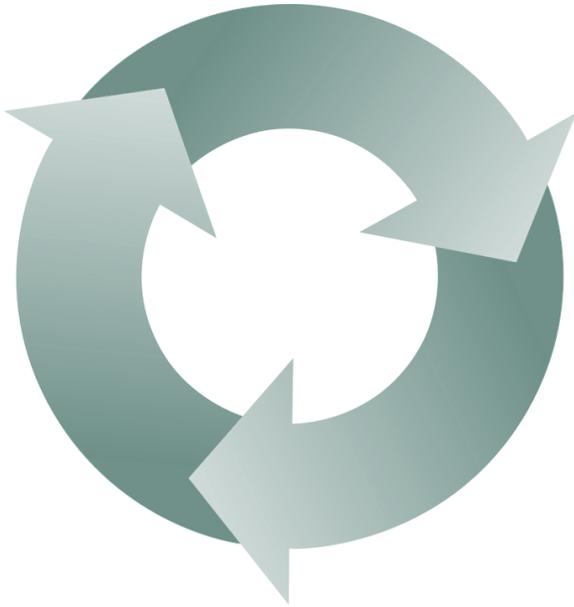
Car la FAM c'est aussi la promesse de réaliser des nuances totalement nouvelles...



# APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET ENJEUX



## DÉVELOPPEMENT & INDUSTRIALISATION



La Fabrication Additive est un procédé qui **réduit le temps de traversée** de production et permet de produire des **petites quantités**.

Elle permet de réaliser **plusieurs itérations ou variantes** en un temps plus court que les procédés conventionnels.

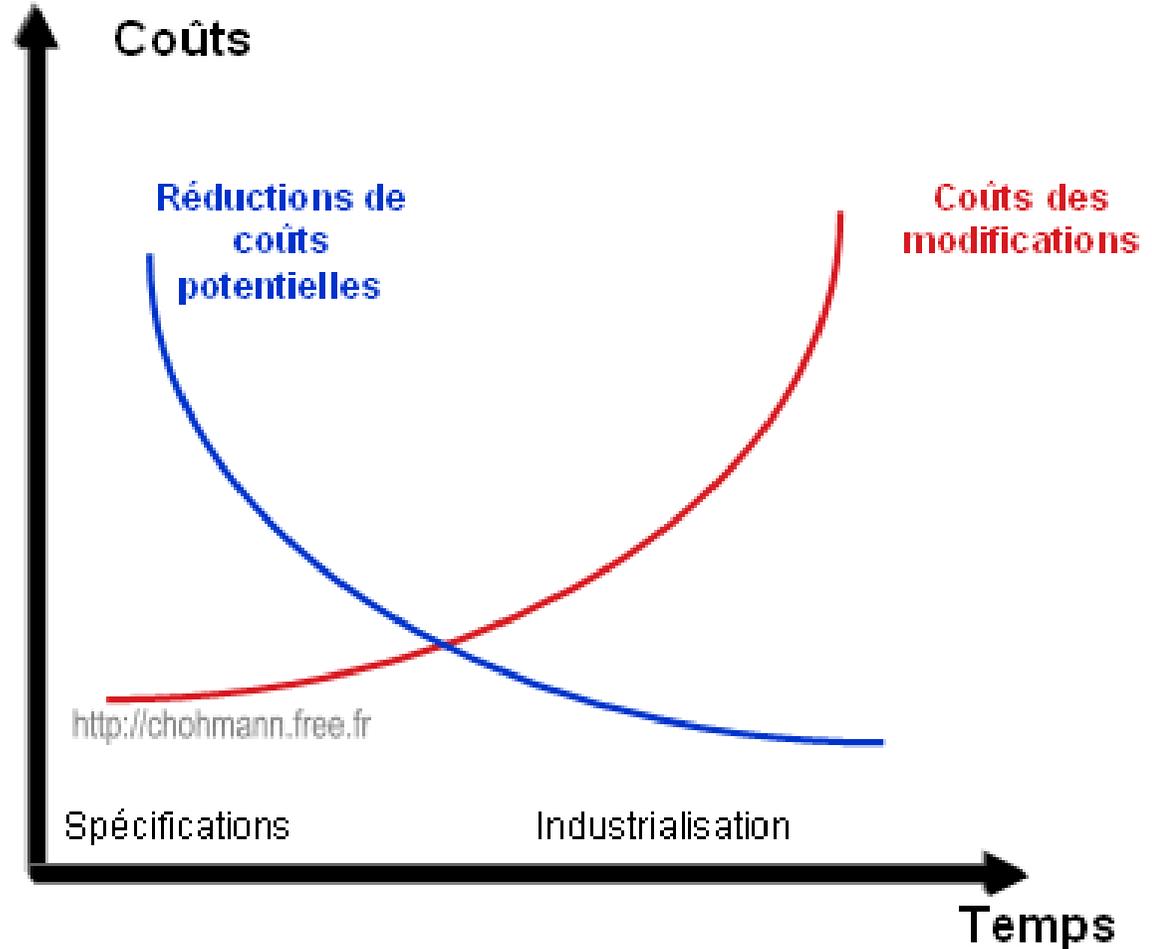
Elle permet de **réduire les risques** en phase de conception.

# DÉVELOPPEMENT & INDUSTRIALISATION

C'est l'outil idéal pour faire du **Design To Cost / Design to Manufacturing** puisqu'en phase de développement/spécification la variable clef c'est le temps...



Actuellement 75% des demandes clients sont des demandes de « prototypes ».



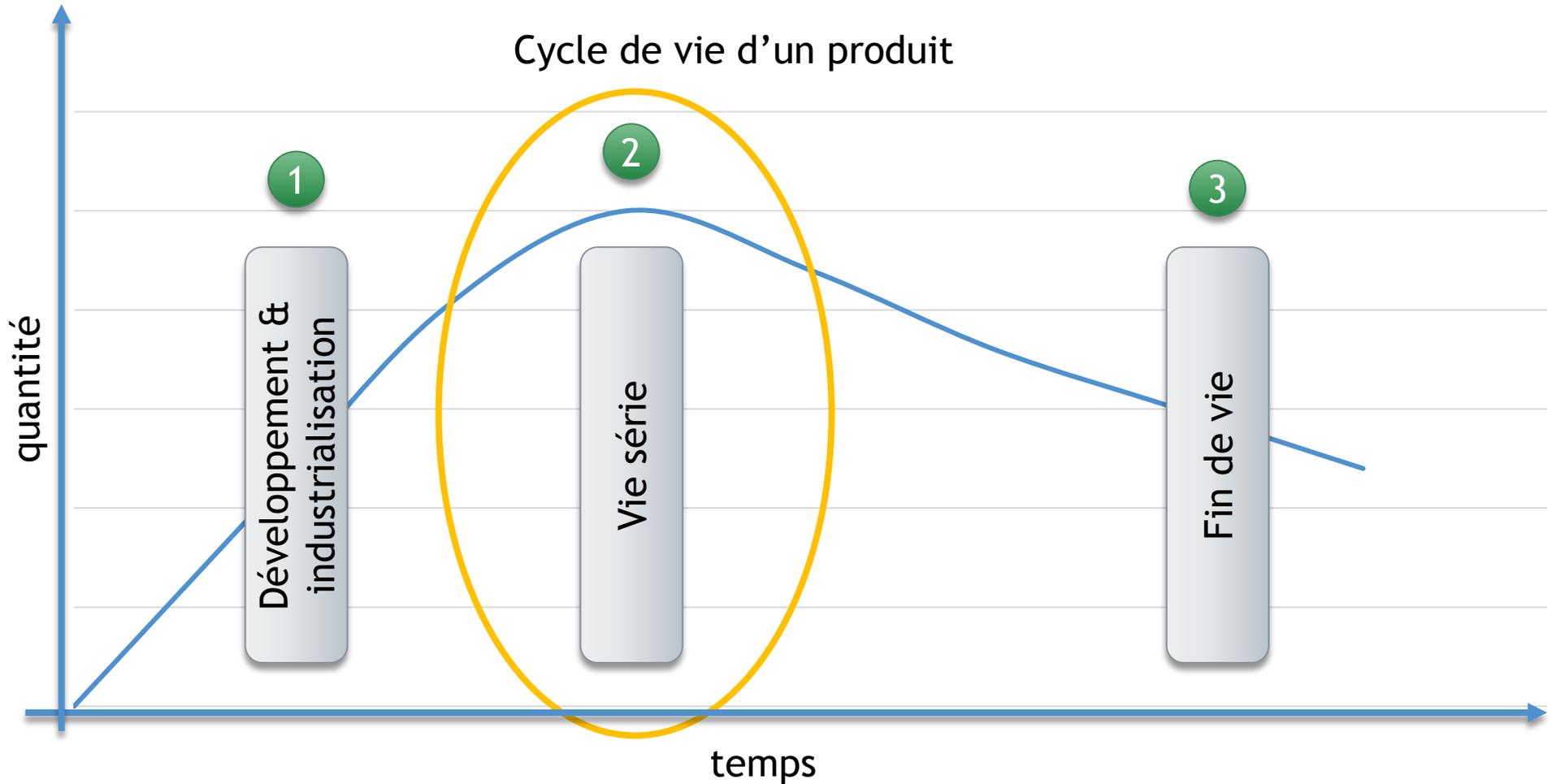
# DÉVELOPPEMENT & INDUSTRIALISATION

La phase de développement et d'industrialisation est la zone de prédilection des technos d'impression 3D.



Application	Médical
Part	Outils chirurgicaux
Material	Inox 316L
Quantity	5 jeux
<b>Why?</b>	
Design optimization	
Cycle/lead time reduction	★★★★
Function integration	
TCO reduction	
Properties improvement	
Weight reduction	

# APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET ENJEUX



Quand la « vie série » ressemble à une phase d'industrialisation...

Sport auto

Outillage

Série limitée

Luxe

- Petites quantités
- Mais exigences fonctionnelles ou esthétiques
- Et recherche de performance
  
- Sans amortissement dans le temps...

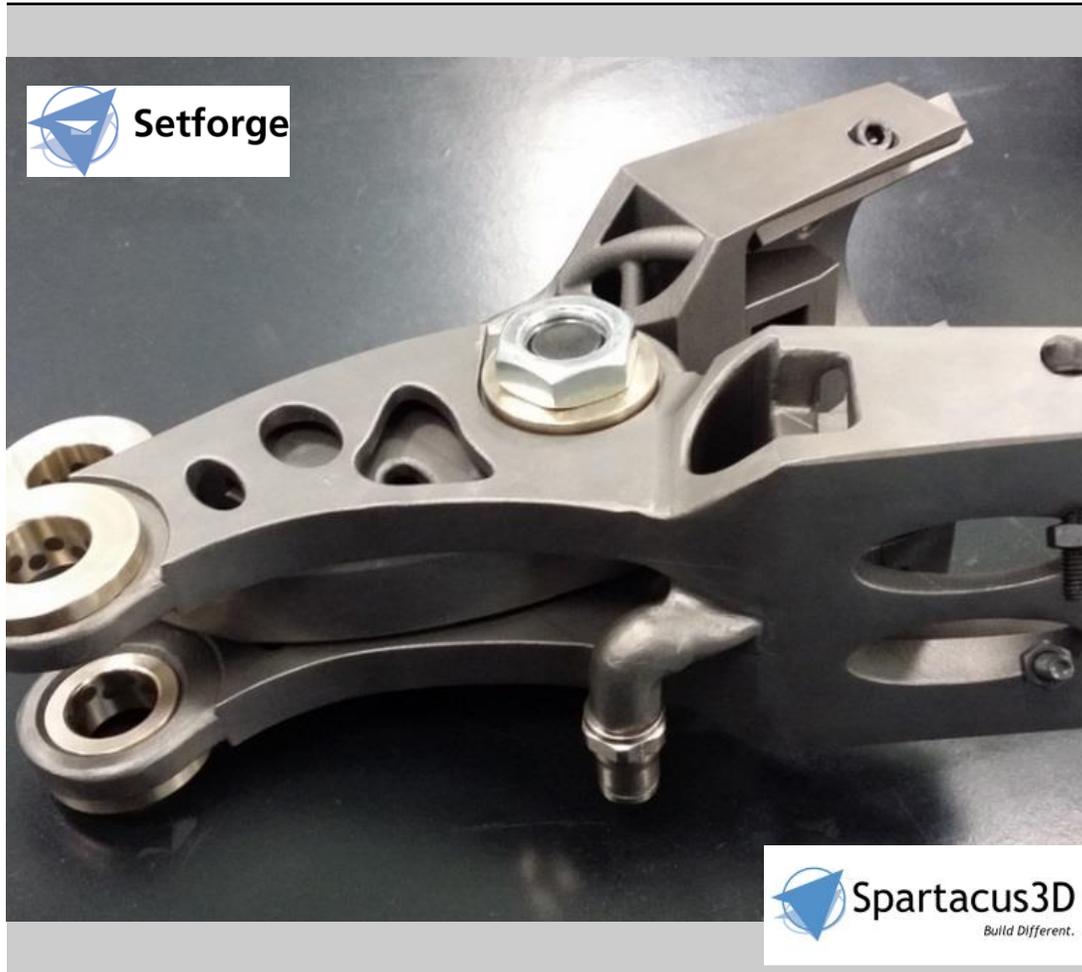
Cas particulier du spatial



Application	Sport auto
Part	Embout de fusée
Material	Aluminum AS10
Quantity	20 pièces
<b>Why ?</b>	
Design optimization	★★★★
Cycle/lead time reduction	★★★★★
Function integration	
TCO reduction	★★
Properties improvement	★
Weight reduction	★★★★



Application	Auto / Luxe
Part	Pommeau titane
Material	Titane poli
Quantity	1 pièce
<b>Why ?</b>	
Design optimization	★★★★
Cycle/lead time reduction	★★★★
Function integration	
TCO reduction	
Properties improvement	★
Weight reduction	

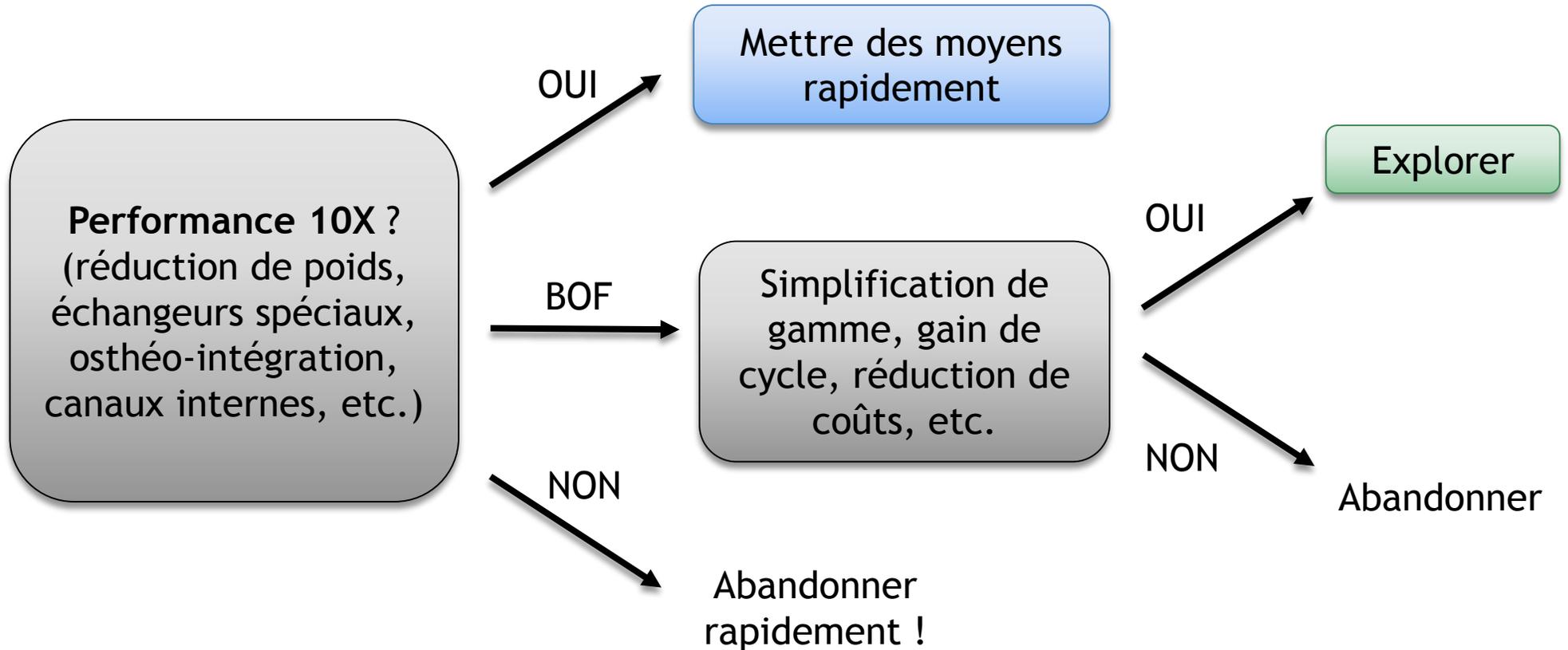


 **Setforge**

 **Spartacus3D**  
Build Different.

Application	Outillage
Part	Main de robot
Material	Inconel 718
Quantity	1 pièce
<b>Why ?</b>	
Design optimization	★★★★
Cycle/lead time reduction	★★★★
Function integration	★★★★
TCO reduction	★★★
Properties improvement	★★★★
Weight reduction	★

## Et les applications « grande série » ?





Application	Aéronautique
Part	Bloc hydraulique
Material	Titane
Quantity	150 / an
<b>Why ?</b>	
Design optimization	
Cycle/lead time reduction	★ ★ ★
Function integration	
TCO reduction	★
Properties improvement	
Weight reduction	★ ★ ★ ★

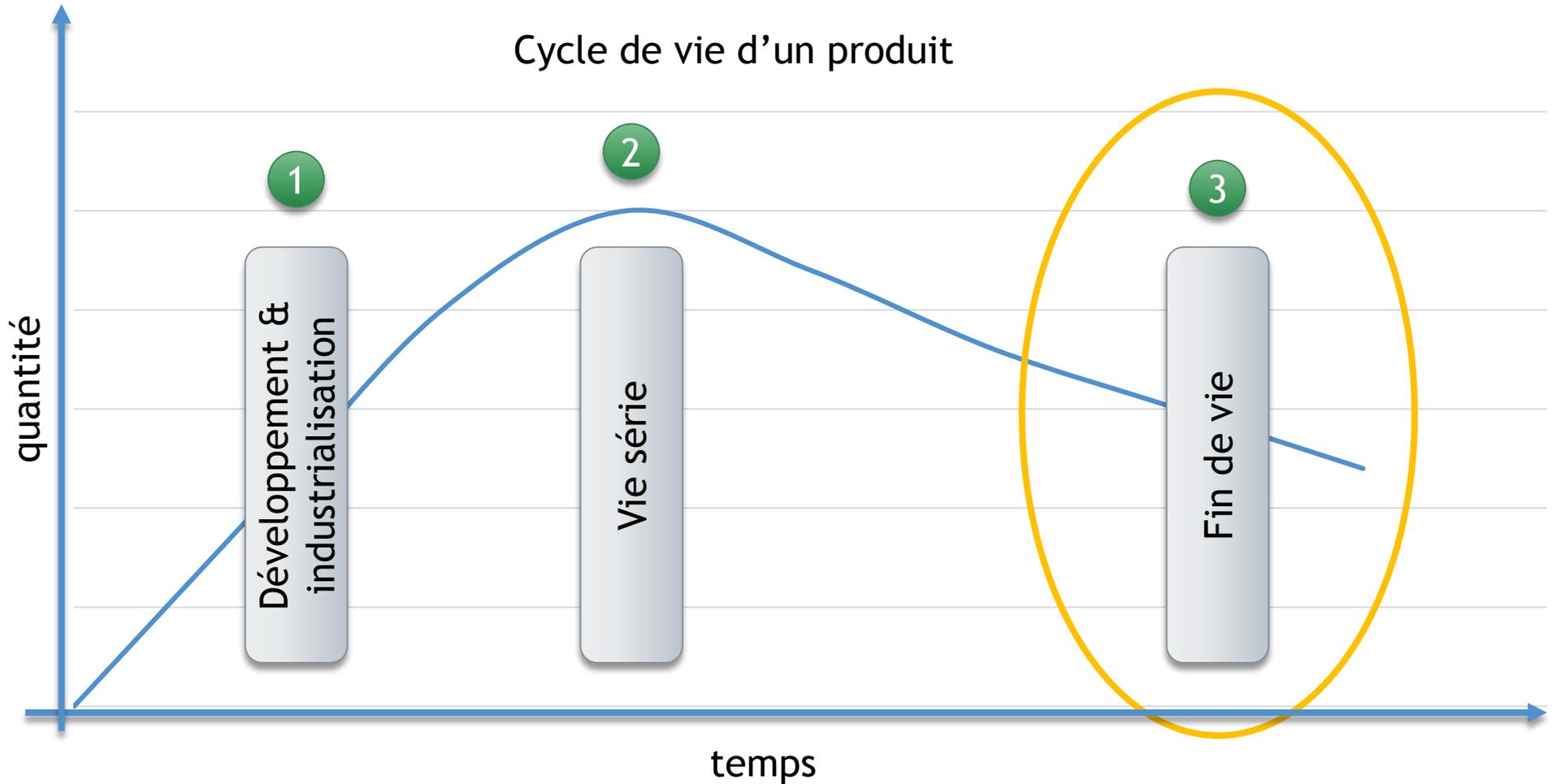


Application	<b>Aéronautique</b>
Part	<b>Injecteur moteur</b>
Material	<b>Inconel</b>
Quantity	<b>100-500 x19 / an</b>

**Why ?**

Design optimization	
Cycle/lead time reduction	★ ★ ★
Function integration	★ ★ ★ ★
TCO reduction	★ ★
Properties improvement	
Weight reduction	★ ★

# APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET ENJEUX



Fin de vie, rechange, maintien en condition opérationnelle, etc.

Une phase où les principaux avantages de la FAM s'expriment clairement.

Temps de traversée court + possibilité  
de produire des petites quantités =  
besoin de **peu de stock**.

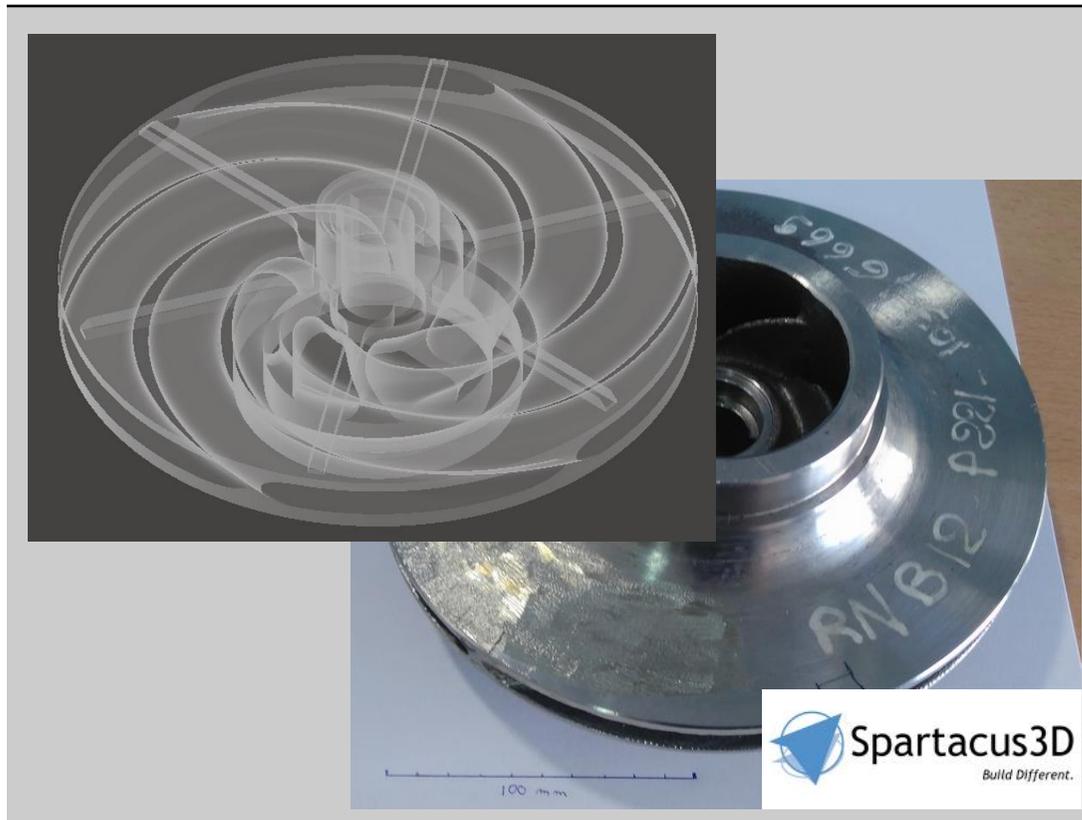


Pièces développées pour la  
fabrication additive.



Pièces développées pour les  
procédés conventionnels.

Si les pièces ont été développées avec des procédés conventionnels (typiquement fonderie), le coût de re-certification de la pièce peut être rédhibitoire.



Application	Energie
Part	Roue de pompe
Material	Inconel 718
Quantity	1 pièces
<b>Why?</b>	
Design optimization	
Cycle/lead time reduction	★★★★
Function integration	
TCO reduction	★★★
Properties improvement	
Weight reduction	

## Coûts à intégrer :

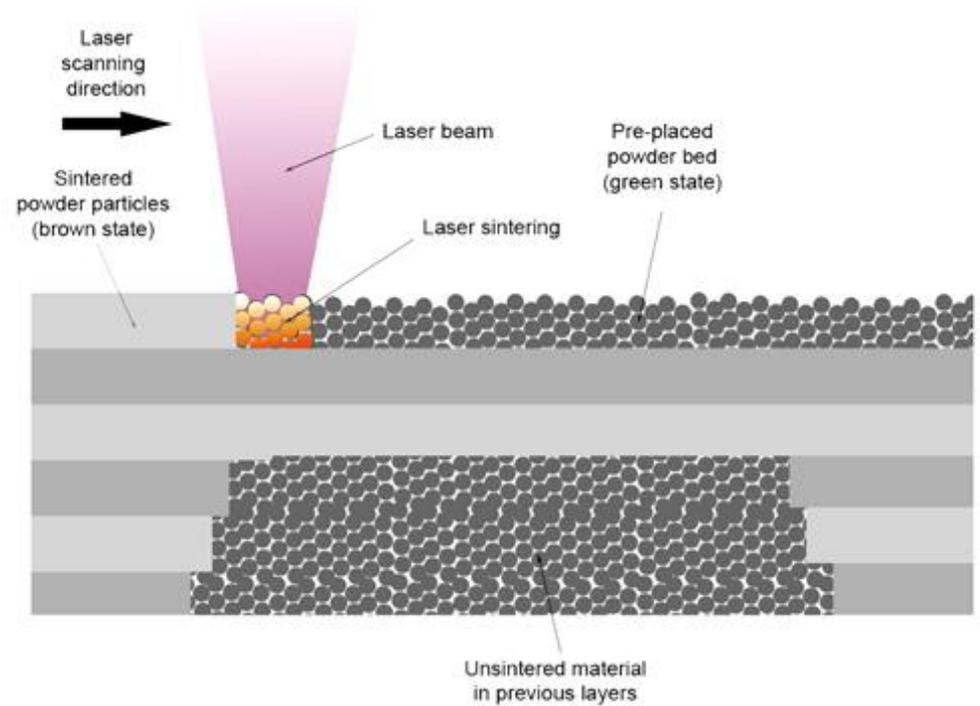
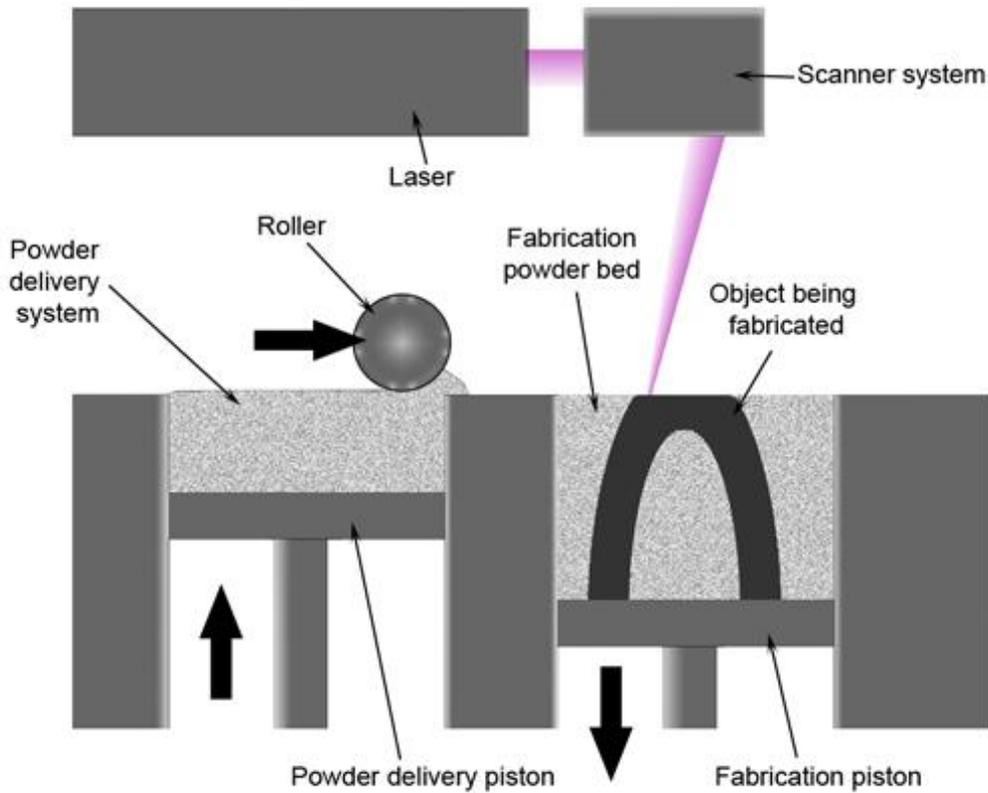
- Phase d'industrialisation
- Dossier de validation / certification / homologation

« Liability » en cas  
d'incident ?

En pratique aujourd'hui on se limite à des pièces peu critiques.



# PROCESS ET MACHINES

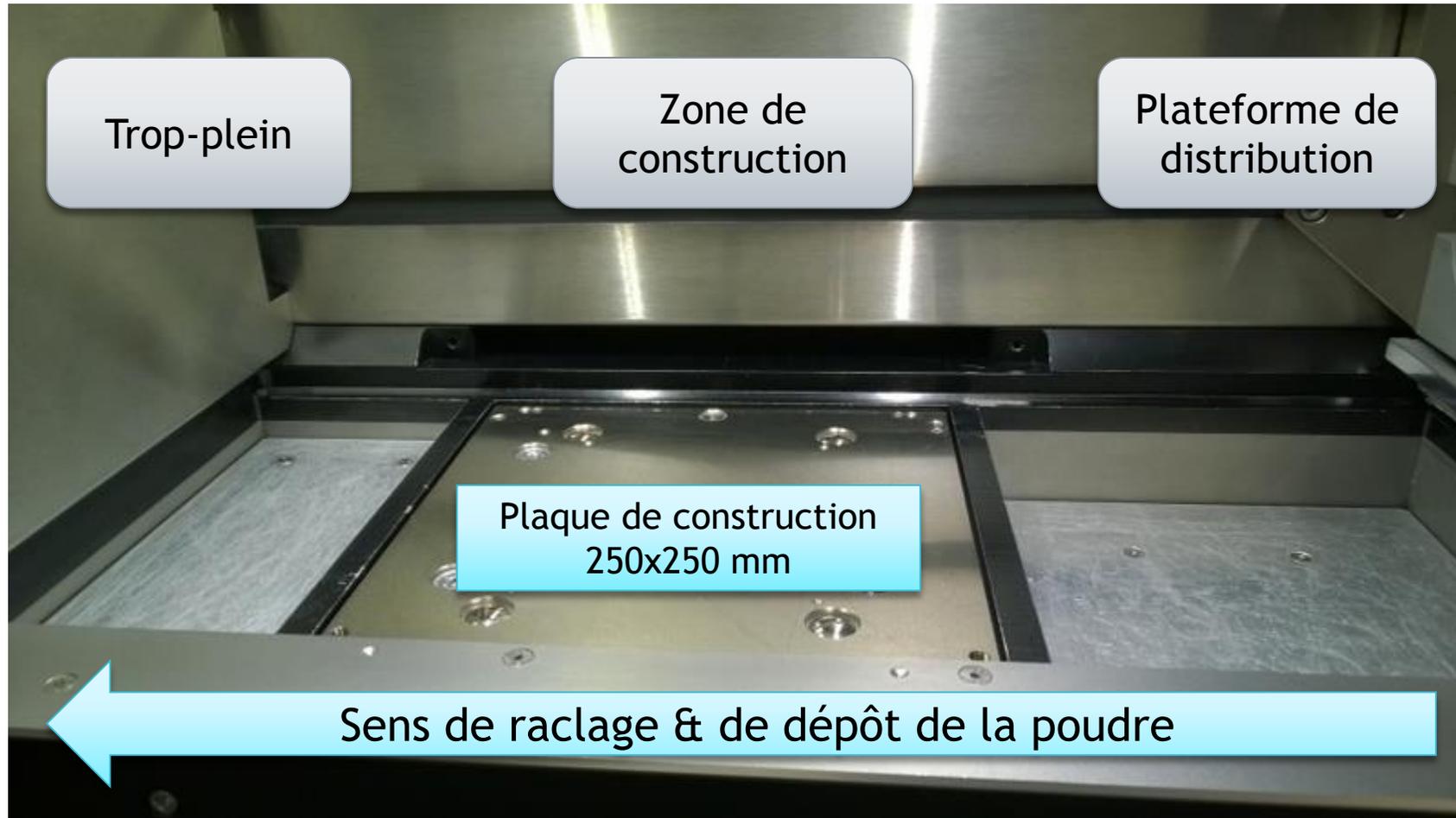




Zone de fabrication



Armoire de commande.  
PC de pilotage.



# PROCESS ET MACHINES

