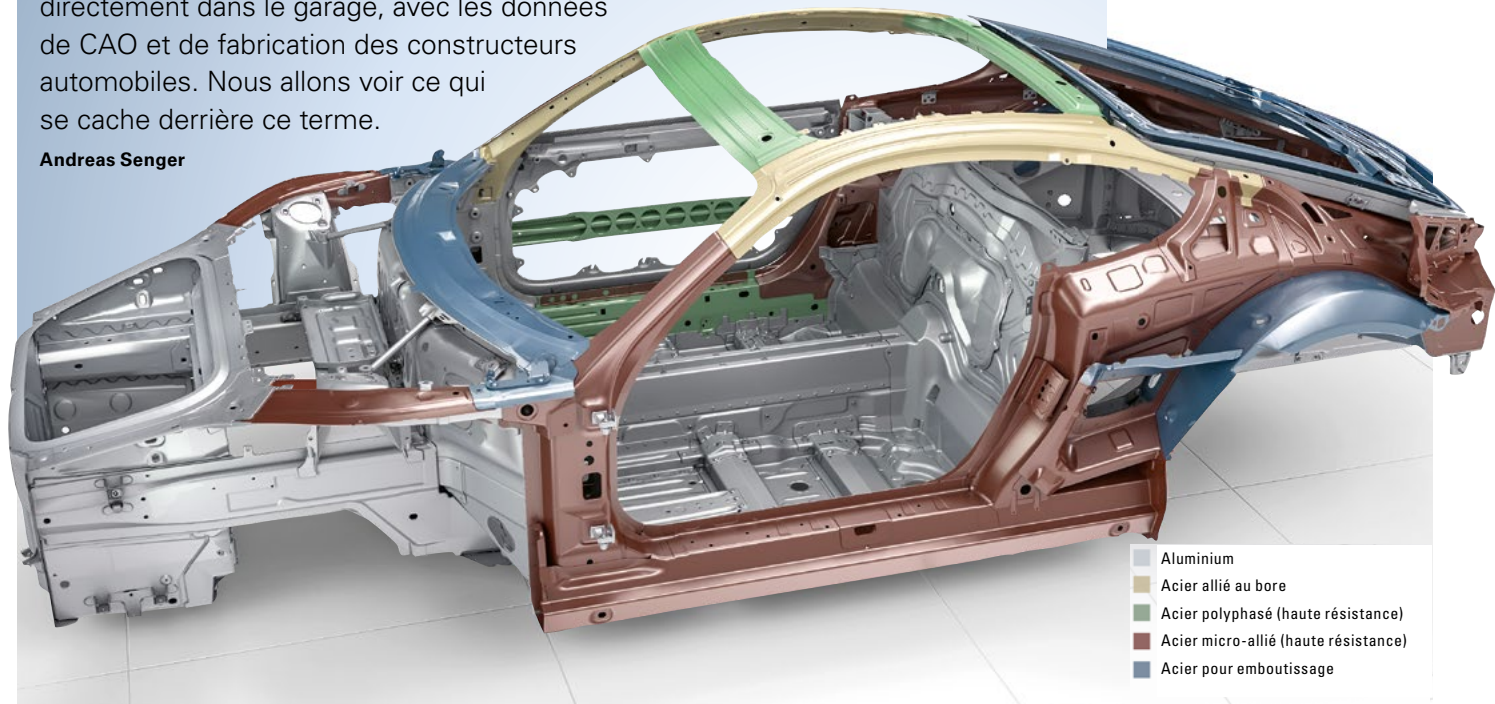


Fabrication additive/technique de fabrication et des matériaux

# Champ d'innovation

Fabriquer à l'avenir de pièces de rechange directement dans l'atelier à l'aide d'une imprimante 3D : ce scénario d'avenir trotte dans la tête de nombreuses personnes et révolutionnerait la logistique des pièces de rechange. Au lieu de transporter des pièces en plastique, en aluminium ou en acier du fournisseur au garagiste, les pièces pourraient être produites dans des machines appropriées, directement dans le garage, avec les données de CAO et de fabrication des constructeurs automobiles. Nous allons voir ce qui se cache derrière ce terme.

Andreas Senger



Le mélange des matériaux ainsi que les différentes techniques de fabrication assurent une sécurité active et passive élevée dans la construction moderne de la carrosserie brute. Photo : Porsche

La carrosserie des véhicules modernes est responsable d'une sécurité active et passive sans précédent. Grâce à une grande rigidité en torsion et donc peu de torsion, le guidage des roues et la direction sont plus précis. La rigidité de la carrosserie assure une conduite et un comportement directionnel sûrs et précis. Si un accident se produit, des chemins de charge à l'avant, à l'arrière et sur les côtés sous forme de zone déformable sont responsables de la transformation de l'énergie cinétique en énergie thermique par déformation. Grâce à la cellule passagers de sécurité, les occupants ne sont généralement pas blessés jusqu'à des vitesses d'impact de près de 60 km/h, car les systèmes de sécurité passifs protègent en association avec la cellule passagers très résistante. Pour que cela soit possible, les véhicules modernes utilisent un mélange varié de matériaux (voir l'image ci-dessus), qui leur confère différentes résistances et possibilités d'absorption d'énergie. De plus, ces dernières années, les technologies d'assemblage se sont diversifiées avec le collage, le soudage et même le rivetage. Outre les différents aciers, de plus en plus de pièces en aluminium sont ajoutées afin d'éviter que le poids du véhicule ne soit grevé. Les grandes pièces moulées en alliages d'aluminium constituent une autre tendance. En coulant l'alliage léger liquide dans un moule, il est possible de fabriquer des corps de

porte entiers, des paliers de dôme de ressort ou même de grandes pièces en une seule opération. Ce procédé de coulée sous pression est par exemple développé en permanence par Georg Fischer, et l'entreprise Bühler construit par exemple les machines de coulée sous pression correspondantes. Aujourd'hui déjà, ces derniers affichent des forces de fermeture de 3400 kN à 92000 kN, ce qui correspond à une masse de près de 10000 tonnes. Tesla applique systématiquement cette méthode de construction de carrosserie brute afin de produire une carrosserie brute complète en moins d'étapes. En cas de réparation, ces grandes pièces ne sont toutefois pas que des avantages. Plus il y a de points d'assemblage, plus il est facile de remplacer des pièces de carrosserie.

Depuis une trentaine d'années, la fabrication additive (additive manufacturing) est utilisée pour produire des formes complexes, couche par couche. L'idée sous-jacente n'est pas nouvelle et a surtout été utilisée pour le prototypage ou les petites séries. Les matières plastiques constituent un matériau idéal. Les thermoplastiques sous forme de filaments sont chauffés au niveau de la tête d'impression. Comme dans un traceur, il est maintenant possible de commencer à construire un composant en deux dimensions dans la surface et de créer des formes

tridimensionnelles en remontant la tête d'impression. Le défi consiste à convertir les données CAO de la pièce en une routine de production, afin que la pièce puisse être imprimée couche par couche. Il est évident que ce type de production prend plus de temps qu'une machine à injection plastique. Cependant, il est également possible de produire d'autres formes qui ne sont pas réalisables avec les procédés conventionnels.

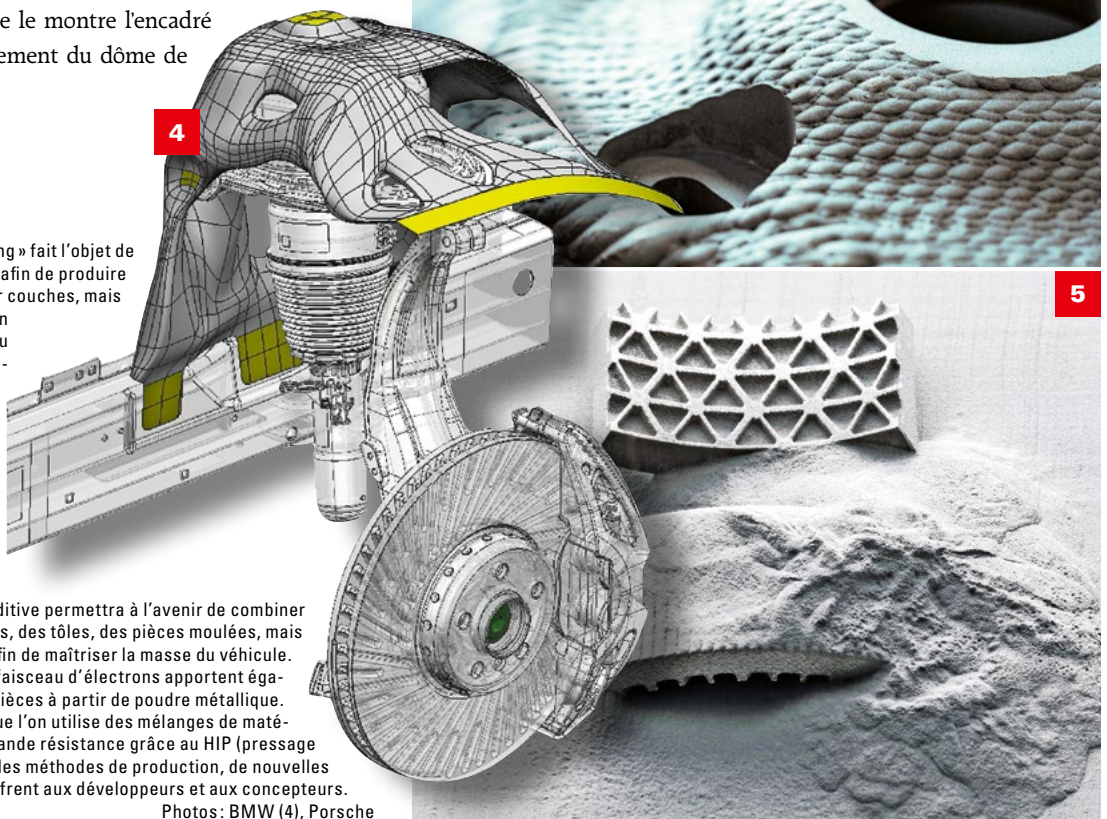
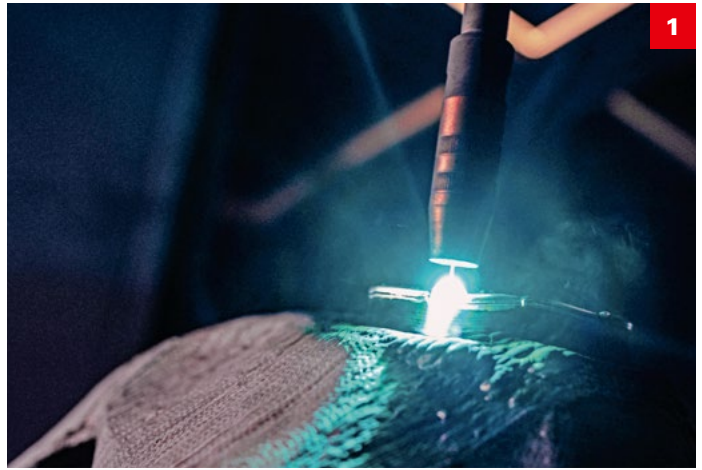
Lorsque des métaux doivent être utilisés dans le processus d'impression 3D, deux types de fabrication sont en principe possibles : le métal est dispersé sous forme de poudre, couche par couche, puis soudé sous forme de moule à l'aide d'un laser réglable ou d'un faisceau d'électrons, ou bien il est soudé comme pour l'impression de matières plastiques. La première méthode permet, lors du retrait du lingotin, de tapoter la poudre de métal non solidifiée. La pièce obtenue présente une grande résistance, mais ne peut généralement pas être utilisée pour des sollicitations élevées. Le procédé de soudage du métal sous forme de haute température et de fusion avec le métal déjà présent dans la couche inférieure apporte des résistances plus élevées et peut être mis en œuvre, comme BMW l'a montré avec l'exemple d'un dôme de ressort, grâce à une robotique et une programmation de pointe.

Le « Wire Arc Additive Manufacturing » (WAAM) permet de produire des composants métalliques avec un rapport optimal entre la rigidité et le poids. Un fil (wire) en alliage d'aluminium est porté à fusion par un arc électrique (arc). Un robot guide le pistolet de soudage couche par couche sur la pièce à usiner et peut conduire différentes épaisseurs de matériau et différents trajets pour créer un composant par procédé additif. Ce procédé permet non seulement d'obtenir des moules creux d'une grande rigidité tout en étant légers, mais il ne nécessite également aucun usinage ultérieur. Les joints visibles par la soudure peuvent être laissés sur des éléments invisibles. Le procédé WAAM présente un avantage par rapport au moulage sous pression pour les composants de très grande taille qui doivent présenter des formes complexes. Comme le montre l'encadré technique de la figure 4, le logement du dôme de

Suite page 24

1 Le « Wire Arc Additive Manufacturing » fait l'objet de recherches, notamment chez BMW, afin de produire non seulement des composants par couches, mais aussi des structures complexes dans un espace tridimensionnel. En soudant du métal, il est possible de créer des structures bioniques qui offrent de grands avantages en termes de résistance et de masse. 2 Un prototype de dôme de jambe de force en alliage d'aluminium illustre de manière exemplaire l'épaisseur du matériau utilisé, qui s'inspire de la nature. 3 Seules quelques étapes de finition sont nécessaires, comme le perçage de trous pour le vissage (logement du dôme de ressort). 4 La fabrication additive permettra à l'avenir de combiner non seulement des profilés extrudés, des tôles, des pièces moulées, mais aussi des composants complexes afin de maîtriser la masse du véhicule. 5 Le laser par couches ou la fusion par faisceau d'électrons apportent également la possibilité de produire des pièces à partir de poudre métallique. L'utilité se manifeste ici surtout lorsque l'on utilise des mélanges de matériaux qui acquièrent également une grande résistance grâce au HIP (pressage isostatique à chaud). En élargissant les méthodes de production, de nouvelles possibilités s'offrent aux développeurs et aux concepteurs.

Photos: BMW (4), Porsche



ressort est tellement optimisé en termes de matériaux qu'on peut déjà parler d'une construction bionique. On entend par là des formes qui sont copiées sur la nature. On n'utilise que la quantité de matériau nécessaire pour couvrir la résistance et donc les chemins de charge. De plus, le robot de soudage ne se déplace plus principalement couche par couche dans la surface, mais peut également réaliser le cordon de soudure dans un espace tridimensionnel.

**Moins lourd, moins cher et plus résistant ?**

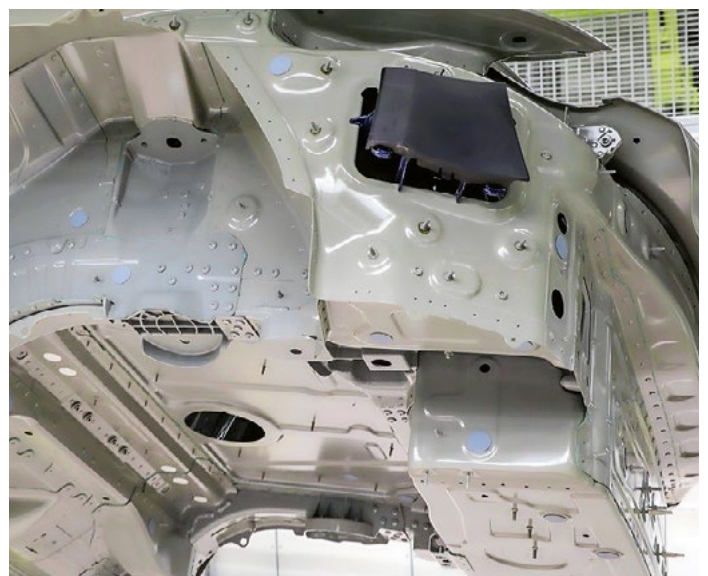
« Il est impressionnant de voir comment la technologie WAAM est passée du stade de la recherche à celui d'un outil flexible non seulement pour les pièces d'essai, mais aussi pour les pièces de série. L'utilisation de méthodes de Design Génératif nous permet d'exploiter pleinement la liberté de conception et donc le potentiel de la technologie. C'était encore impensable il y a quelques années », explique Karol Virsik, directeur de la recherche automobile de BMW Group. La combinaison de différentes possibilités de fabrication telles que les tôles embouties, les profilés extrudés, les pièces moulées et les nouveaux composants fabriqués par fabrication additive pourrait permettre de réduire encore le poids, d'augmenter la résistance et de réduire les coûts dans la construction brute des carrosseries.

L'idée est maintenant évidente que cette fabrication pourrait être mise en œuvre pour les pièces de rechange grâce à la fabrication additive. Dans l'atelier, il y a une machine de production pour les pièces en plastique et une autre pour le métal (acier et aluminium). Lorsqu'une pièce de rechange est nécessaire, le professionnel de l'atelier peut télécharger le plan de production correspondant du fournisseur ou du constructeur automobile et faire produire la pièce pendant la nuit, par exemple, en raison du temps nécessaire à la fabrication. L'empreinte carbone en termes de logistique de stockage et de distribution pourrait être massivement réduite, le stockage minimisé et la disponibilité des pièces de rechange augmentée.

Mais le nombre de pièces produites de manière intelligente par la fabrication additive diminue rapidement lorsque l'on considère la multitude des méthodes de production et l'approche économique. Un disque de freinage, un pot d'échappement ou des amortisseurs de vibrations ne peuvent pas être fabriqués par fabrication additive. Les fabricants devraient en outre penser leur utilisation de la méthode de production dès la conception. Les coûts de cette conversion et l'avantage de prix par rapport à la production conventionnelle ne justifient pas actuellement une transition. Cependant, de nombreux centres de recherche sont en train d'optimiser la méthode de production et de l'utiliser également pour la construction de maisons. La production par couches de murs en béton et, en amont, de fers d'armature fabriqués par des robots n'en est encore qu'à ses débuts, tout comme le processus de fabrication 3D dans la branche automobile. Le rapport coûts/bénéfices est



Carrosserie brute d'autrefois : les tôles de la carrosserie d'une Porsche 911 sont assemblées par soudage par points. Une grande partie du travail manuel entraîne des coûts de production élevés. Photo : Porsche



Les tôles de carrosserie, les profilés extrudés et les pièces moulées pourront à l'avenir être combinés avec des pièces de carrosserie produites par fabrication additive, ce qui permettra d'obtenir une résistance et une masse optimales. Photo : Porsche

actuellement sans commune mesure avec les processus de fabrication conventionnels. Et grâce au degré d'automatisation dans la fabrication des véhicules, la question de l'utilisation en grande série ne se pose pas. Il semble toutefois tout à fait réaliste qu'à l'avenir, les constructeurs automobiles fabriquent directement sur la chaîne de production et montent directement. ●

depuis 1964  
**CORTELLINI & MARCHAND AG**  
 061 312 40 40  
 Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

**Le plus complet des services de réparation de boîtiers électroniques pour auto de Cortellini & Marchand AG**  
[www.auto-steuergeraete.ch](http://www.auto-steuergeraete.ch)

**Vous cherchez, nous trouvons – Votre service de recherche pour pièces automobiles d'occasion**  
[www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch](http://www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch)

Nouveau: FGS, la remorque avec essieu élévateur et 100% d'équilibrage  
**Poids utile à 2,9t**

Remorques pour le transport de voitures, carrosseries  
 Visitez notre exposition ou demandez une démonstration. Disponible également en modèle communal.

**T&W Technik**  
 Dammstr. 16, 8112 Otelfingen  
 tél. 044 844 29 62  
[www.fgs-fahrzeuge.ch](http://www.fgs-fahrzeuge.ch)