

## Premier cadre de vélo métallique imprimé en 3D et fabriqué par Renishaw pour Empire Cycles



**Le cadre a été créé par fabrication additive en alliages de titane de sections collées les unes aux autres.**

**Ce processus présente plusieurs avantages :**

**Liberté de création**

- Itérations rapides ; grande souplesse permettant d'apporter des améliorations à la conception jusqu'au moment de la production
- Possibilité de produire des formes dérivées d'une optimisation topologique (voir ci-dessous)
- Personnalisation et adaptation ultimes : fabrication d'exemplaires uniques aussi faciles que des lots de production

**Construction**

- Forme complexe incorporant des éléments de renfort internes
- Structures creuses
- Caractéristiques incorporées telles que le nom du cycliste

**Performance, alliage de titane**

- Tige de selle plus légère de 44 % que la version en alliages d'aluminium
- Extrêmement robuste – testé conforme à EN 14766
- Résistant à la corrosion et durable

**Qu'est-ce que Renishaw pourrait faire pour vos produits ?**

## Empire Cycles

Empire Cycles est une entreprise britannique de conception et de fabrication de cycles d'élite, implantée au nord-ouest de l'Angleterre. Cherchant avec passion à utiliser le meilleur de l'ingénierie britannique pour créer des produits d'élite, cette entreprise propose des modèles innovants aux vététistes et aux descendeurs du monde entier.

### Qu'est-ce que l'optimisation topologique ?

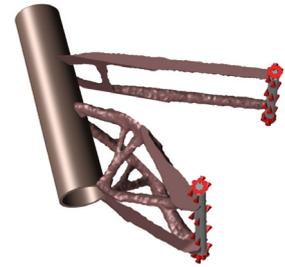
Dérivé de « topos », le mot grec pour lieu, le logiciel d'optimisation topologique est le terme attribué aux programmes utilisés pour déterminer « l'emplacement logique » de la matière, en suivant normalement les étapes itératives et l'analyse par éléments finis. La matière est éliminée des zones de faible contrainte jusqu'à obtention d'une version optimisée pour tenir compte de la charge admissible. Le modèle résultant est à la fois léger (en raison du faible volume) et robuste.

Le défi historique lié à la fabrication de ce type de formes peut désormais être surmonté par la fabrication additive, permettant de réaliser des modèles 3D physiques.

En travaillant en collaboration, Renishaw et Empire Cycles ont optimisé la réalisation d'un modèle de cycles en vue de sa fabrication additive, éliminant de nombreuses surfaces orientées vers le bas ce qui aurait exigé des structures de support inutiles.



1. Modèle CAO de la tige de selle conçu pour une pièce coulée en alliages d'aluminium



2. Optimisation topologique avec le logiciel solidThinking Inspire® 9.5 d'Altair



3. Conception revue par Empire Cycles utilisant le modèle CAO optimisé comme gabarit



4. Réalisé en alliages de titane sur une machine de fusion laser AM250 Renishaw

La réalisation s'est faite dans quel délai ?

Le délai prévu de 20 semaines pour ce projet était serré, et souligne les capacités de la fabrication additive car il n'est pas nécessaire de commander d'outils ni de matières spécifiques au préalable.

1<sup>re</sup> semaine - Visite d'Empire Cycles chez Renishaw

3<sup>e</sup> semaine - étude et optimisation topologique de la tige de selle

6<sup>e</sup> semaine - décision prise de fabriquer la totalité du cadre du vélo

7<sup>e</sup> semaine - début du travail de conception sur le cadre de vélo

8<sup>e</sup> semaine - salon TCT, article concernant un vélo en impression 3D

14<sup>e</sup> semaine - partenariat avec Mouldlife et 3M

16<sup>e</sup> semaine - achèvement de la conception des premiers composants du cadre

17<sup>e</sup> semaine - première production, fabrication des cinq sections du cadre

18<sup>e</sup> semaine - deuxième production, construction des autres sections

20<sup>e</sup> semaine – présentation au salon Euromold 2013

## Est-il vraiment résistant ?

Les alliages de titane ont une résistance maximale à la traction de plus de 900 MPa lorsqu'ils sont transformés par fabrication additive, et on obtient des densités presque parfaites supérieures à 99,7 % ; ce qui est un résultat supérieur au moulage, et, comme toute porosité est à la fois minimale et sphérique, elle n'a que peu d'effet sur la résistance.

Ce projet a pour objectif de produire un vélo totalement fonctionnel. Par conséquent, la tige de selle a été testée conformément à la norme EN 14766 relative aux vélos tout-terrain. Elle a résisté à 50 000 cycles de 1 200 N. Les essais ont été poursuivis en continu jusqu'à 6 fois ceux exigés par la norme, et cela sans échec. Les essais du cadre du vélo terminés se poursuivront, dans le laboratoire du Bureau Veritas GB, et dans les montagnes, en utilisant des capteurs portables, en partenariat avec l'université de Swansea.

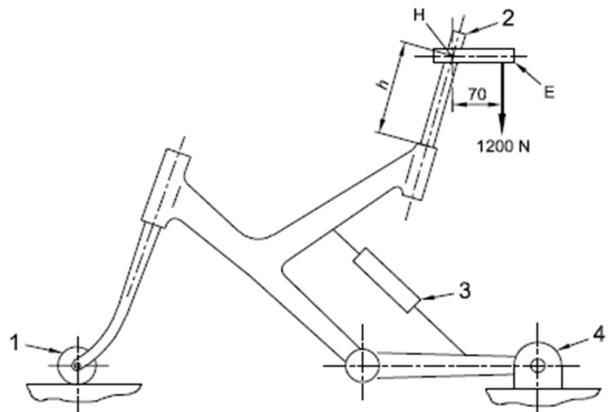


Diagramme des essais de fatigue par rapport à la force verticale

1. Rouleau à course libre
2. Tige en acier
3. Suspension bloquée ou bielle fixe pour tendeur de chaîne à pivot
4. Support rigide à pivot pour point de fixation de l'essieu arrière

## Est-il vraiment léger ?

Les alliages de titane sont plus denses que les alliages d'aluminium, les densités relatives se situant respectivement à environ  $4 \text{ g/cm}^3$  et  $3 \text{ g/cm}^3$ . Par conséquent, la seule méthode permettant de réaliser une version en alliage de titane qui soit plus légère que la même version en alliage d'aluminium consiste à considérablement modifier le design afin d'éliminer la matière qui ne contribue pas à la résistance générale de la pièce.

La tige de selle originale en alliage d'aluminium pesait 360 g, et la version creuse en titane pèse 200 g, ce qui représente une réduction de poids de 44 %. Et ce n'est que la première itération ; après des analyses et des essais plus poussés, son poids pourrait encore être réduit.

Le cadre de vélo original pesait 2100 g. Dans sa version remaniée pour utiliser la fabrication additive, son poids est descendu à 1400 g, soit un allègement de 33 %.

Il existe des vélos en fibres de carbone qui sont plus légers, mais Chris Williams, directeur général d'Empire Cycles, a déjà fait des recherches à ce sujet et indique que : « La durabilité d'un cadre en fibres de carbone n'est pas comparable à celle d'un vélo en métal. Cela convient parfaitement aux vélos ordinaires, mais lorsque vous descendez la montagne à brides abattues, vous risquez d'endommager le cadre. Je travaille minutieusement sur l'aspect technique de mes vélos pour être sûr qu'il n'y aura pas de réclamations sous garantie. »



Vélo complet avec cadre et tige de selle en alliages de titane en impression 3D

### Comment ce projet a-t-il été géré ?

Chris avait déjà réalisé une réplique 3D grande nature de son vélo actuel avant de faire appel à Renishaw. Il avait donc une petite idée de ce qu'il voulait obtenir.

Renishaw avait initialement convenu d'optimiser et de fabriquer uniquement la tige de selle, mais celle-ci s'étant révélée très réussie, Renishaw a décidé que la fabrication du cadre complet était un objectif réalisable. Sur les conseils de l'équipe d'application Renishaw, Chris a perfectionné son modèle en tenant compte de ce qui donnerait des résultats optimaux. Le cadre a été divisé en sections afin de pouvoir utiliser la totalité de la hauteur de construction de 300 mm de la machine AM250.

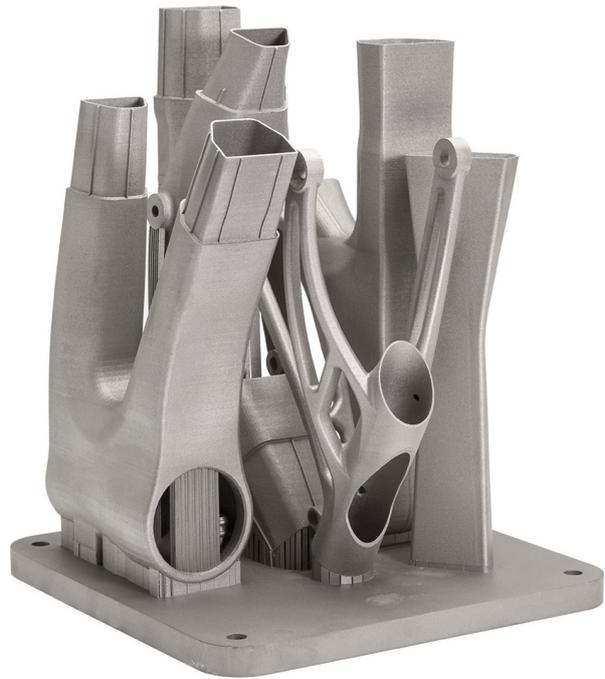
Le principal avantage pour Empire Cycles tient aux performances supérieures que confère cette méthode de construction. Ce modèle présente tous les avantages de la fabrication "monocoque" en acier embouti utilisée pour les motos et les voitures, sans avoir à investir dans des outillages, ce qui serait un facteur prohibitif pour les petits fabricants.

Le potentiel de performance reste à explorer, mais nous espérons poursuivre le développement de ce projet. Comme il n'est requis aucun outillage, il est facile d'introduire en permanence des améliorations dans le modèle, et comme les coûts des composants sont basés sur leur quantité et non pas sur leur complexité, il sera possible de réaliser des pièces très légères à moindre de coût.

La recherche dans les méthodes de collage a mené à la réalisation d'une colle par Mouldlife et à des installations d'essai fournies par les spécialistes techniques 3M. Nous allons poursuivre ces développements en partenariat afin d'examiner les améliorations itératives au niveau des méthodes de collage, comme des finitions superficielles spécifiques, par exemple.

Les roues, la transmission et les composants du vélo exigés pour terminer le vélo seront fournis par Hope Technology Ltd.

Ce projet a souligné qu'une collaboration étroite avec le client donne d'excellents résultats. Si vous avez un composant qui pourrait tirer parti d'une fabrication additive, contactez votre représentant local Renishaw pour plus d'informations.



L'ensemble du cadre du vélo a été divisé en sections et fabriqué avec la tige de selle sur une seule plaque et en une opération.

## À propos de Renishaw

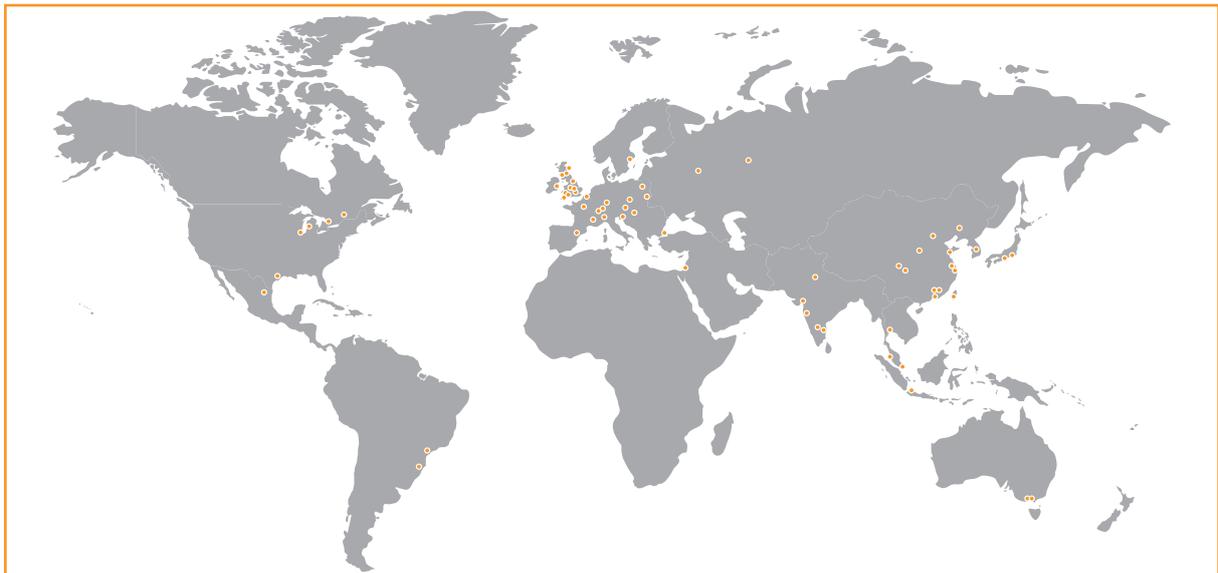
Renishaw est un leader mondial bien établi dans le domaine de la métrologie et des technologies de précision, avec un parcours jalonné d'innovation dans le développement et la fabrication de produits. Depuis sa fondation en 1973, Renishaw fournit des produits d'avant garde qui permettent d'améliorer la productivité et la qualité ainsi que de s'automatiser d'une manière rentable.

Son réseau mondial de filiales et de distributeurs offre à la clientèle des prestations et une assistance exceptionnelles.

### Produits :

- Fabrication additive, injection sous vide et technologie de moulage par injection pour design, prototypage et applications
- Technologie de matériaux avancés pour une variété d'applications dans des secteurs divers
- Scanner et fraiseuse pour applications CAO dentaire, fourniture de structures pour prothèse dentaire
- Systèmes de codage – Renvois de positions linéaires, angulaires et rotatives haute précision
- Eléments de bridage pour MMT (Machines à Mesurer Tridimensionnelles)
- Comparateur 3D pour des mesures en bord de ligne
- Laser haute vitesse pour numérisation de sites difficiles d'accès et environnement extrêmes
- Systèmes laser et ballbar – Mesures de performances et calibration de machines
- Dispositifs médicaux – Applications neurochirurgicales
- Systèmes et logiciels de palpé – Prises de référence, mesures d'outils et inspections sur machines outils à CN
- Systèmes de spectroscopie Raman – Analyse non destructive de matériaux
- Systèmes de capteurs et logiciel pour MMT
- Stylets pour MMT et applications de palpé sur machines-outils

Pour connaître nos contacts dans le monde, consultez notre site Web : [www.renishaw.fr/contact](http://www.renishaw.fr/contact)



RENISHAW A FAIT DES EFFORTS CONSIDÉRABLES POUR S'ASSURER QUE LE CONTENU DE CE DOCUMENT EST CORRECT À LA DATE DE PUBLICATION, MAIS N'OFFRE AUCUNE GARANTIE ET N'ACCEPTE AUCUNE RESPONSABILITÉ EN CE QUI CONCERNE SON CONTENU. RENISHAW EXCLUT TOUTE RESPONSABILITÉ, QUELLE QU'ELLE SOIT, POUR TOUTE INEXACTITUDE CONTENUE DANS CE DOCUMENT.

©2014 Renishaw plc. Tous droits réservés.

Renishaw se réserve le droit de modifier toutes caractéristiques techniques avertissement préalable.

RENISHAW et l'emblème de palpeur utilisé dans le logo RENISHAW sont des marques déposées de Renishaw Plc au Royaume Uni et dans d'autres pays. apply innovation ainsi que les noms et désignations d'autres produits et technologies Renishaw sont des marques déposées de Renishaw plc ou de ses filiales. Tous les noms de marques et noms de produits utilisés dans ce document sont des marques de commerce, marques de fabrique ou marques déposées de leurs propriétaires respectifs.