

LES SECRETS de votre cadre en carbone

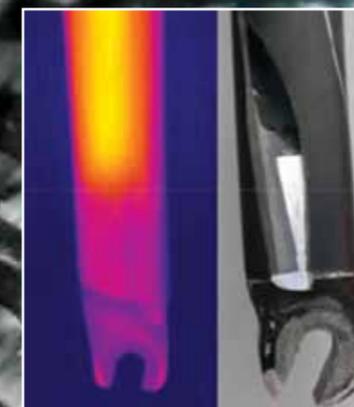
Avec la généralisation des cadres en carbone, la multiplication des marques, nous souhaitons faire le point et apporter des éléments de réponses aux principales questions que l'on se pose. Mon cadre cassé est-il vraiment réparable ? La notoriété de certaines marques est-elle justifiée ? Que valent les imitations chinoises ? Etc. Nous sommes allés à la rencontre de vrais spécialistes qui mettent leur savoir-faire en termes de fibre composite au service du vélo.

Texte & photos **Bruno Cavalier**

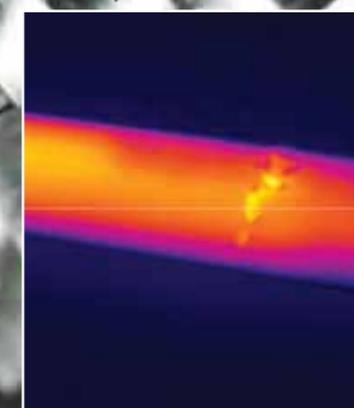


L'équipe Raptor Composites de gauche à droite : Cyril Robert (directeur et responsable R&D), Valérie Rémond (directrice administrative et comptable), Eric Auburtin (artiste décorateur pour la peinture des cadres), Nicolas Augustyniak (responsable de l'atelier), Patrick Dumas (responsable commercial et international), Jérémie Gipoulou (ingénieur matériaux et responsable de la personnalisation des cadres) et Marylise Garcia (technicienne d'atelier).

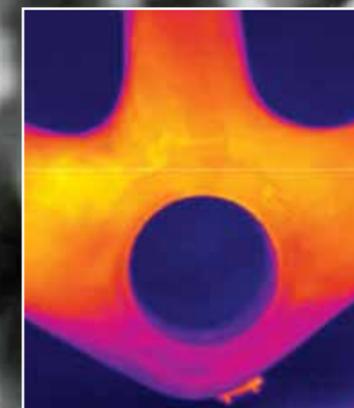
Images radiométriques



Résultat conforme



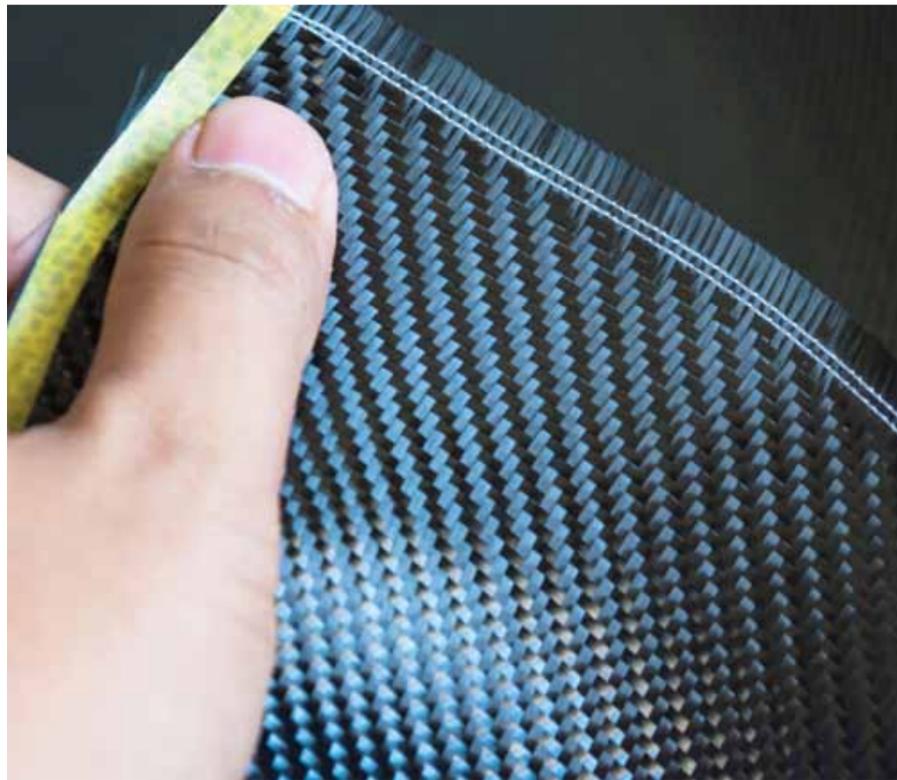
Fissure détectée



Impact superficiels localisés mais aucune fissure.

De l'aéronautique à la petite reine...

C'est à Molières-sur-Cèze, dans ses locaux installés dans ce petit village perdu au nord du Gard, que Cyril Robert nous accueille de son regard truculent. Il a créé en 2000 la société Art Méca Développement (AMD) qui produit et répare des pièces en fibre de carbone. Sur un plateau, nous apercevons d'ailleurs quelques têtes de drones prêtes à partir chez le client. Depuis sa création, AMD produit majoritairement pour la Défense et l'aéronautique. Mais avec le développement des cadres de vélo en carbone, et surtout le manque de service après vente des marques dans le domaine de la réparation de leurs propres produits, les cyclistes se sont tournés vers le savoir-faire de cette équipe de spécialistes. Ainsi est né en 2006, le département spécialisé dans la réparation de cadres en carbone : Raptor Composites. Cette année, ce sont plus ou moins 400 cadres cassés qui passeront par le processus de réparation mis en place par l'équipe de Cyril Robert. Un processus strict (répondant aux normes européennes dans le domaine du cycle) qui fait aujourd'hui référence chez les compagnies d'assurances en cas de casse matérielle pour leurs clients cyclistes. Car on sait désormais que dans la majorité des cas, un cadre cassé est réparable. Comme le dit Cyril Robert : « Vous croyez que les avions que vous prenez n'ont jamais été réparés depuis qu'ils volent ? Alors si on répare les pièces en matériaux composites sur des avions, on peut bien réparer un cadre ! »



Si le choix de la fibre reste très important pour la qualité, c'est la façon de la travailler qui est déterminante.

Cette année, ce sont plus ou moins 400 cadres cassés qui passeront par le processus de réparation mis en place par l'équipe de Cyril Robert.

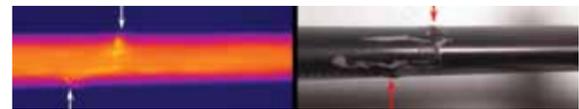
Géo-trouve-tout » armés de sèche-cheveux pour faire durcir la résine de leur nouveau pare-choc tuning dans leur garage... Mais dans ce cas, c'est sûr qu'on a du mal à se projeter dans une descente de col sur du matériel ainsi retapé. Pire, on trouve même des kits de réparation sur Internet.

Mais quelle garantie avez-vous après avoir vous-même passé de la colle avec votre pinceau ?,

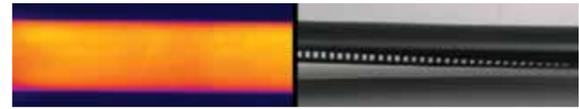
Dans la fabrication de cadres, l'utilisation de la fibre composite est finalement assez récente

(vs l'acier puis l'aluminium) mais il est temps d'évoluer. Chassez la vieille imagerie populaire et prenez pour référence le discours de Cyril Robert : « Nos compétences universitaires autant que nos années d'expériences dans l'industrie aéronautique et mécanique nous font tenir un autre

discours. Des dizaines d'années ont été nécessaires pour les fabricants de fibres, les fabricants de résines époxy et les constructeurs aéronautiques en particulier pour mettre au point les protocoles d'enduction des fibres avec les résines époxy appropriées et trouver en particulier des cinétiques de cuisson que nous utilisons aujourd'hui pour la réparation de cadre de vélo en carbone. Très peu de réparateurs, voire aucun, ne parleront de cinétiques de cuisson car ils ne les maîtrisent pas. Ils ne possèdent même pas les étuves ou fours instrumentés nécessaires au cycle de cuisson des cadres carbone qui permettront d'obtenir le meilleur résultat en terme de matériau. Ils ne parleront pas non plus de caractérisation matériau car ils ne sont pas équipés de matériel de contrôle. Connaissez-vous des réparateurs de cadre de vélo carbone qui soumettent leurs réparations à une certification Européenne ? Nous faisons tout ceci. »



Avant réparation



Après réparation

Réparation et réparation...

Lorsqu'on imagine une réparation d'une structure en fibre carbone à matrice epoxy dit « haute performance », notre inconscient nous renvoie aux images de bricoleurs de planches de surf, à des espèces de «



Technique des matériaux

Les résines Epoxy + durcisseur sont des polymères dits « thermodurcissables ». Elles vont durcir sous l'action du temps ou de la chaleur (avec un apport d'énergie).



Plusieurs étuves de tailles et de puissances différentes permettent de maîtriser le cycle de cuisson afin qu'il se rapproche le plus des données constructeurs.



mais aussi de la maîtrise de la fabrication ; quel cycle de température ? Combien de temps, il faut obtenir à la fin fin un combiné stratifié Résine 40% et fibre 60% avec les meilleures performances mécaniques Etc.

Les caractéristiques mécaniques finales des composites réalisés à partir de ces résines dépendent essentiellement du passage de l'état liquide à l'état solide (gélification) et cela de manière quasi irréversible. La meilleure façon de contrôler ce passage est de déterminer la transition finale du matériau réalisé. On appelle cette transition, la transition vitreuse (TG Glass transition).

Le matériau peut passer par trois phases bien distinctes en fonction de la température : plateau vitreux (matériau rigide et relativement fragile) puis une phase visco-élastique (matériau amortissant), et enfin état caoutchoutique (matériau « mou » et peu cassant)

Il faut donc valider une cinétique de réticulation (durcissement) du système Epoxy utilisé pour votre réparation et nous en déduisons un cycle de cuisson tant quantitatif (liaisons sur le plan chimique) que qualitatif pour obtenir le meilleur taux de durcissement de votre résine (résultante élastique). En conclusion : la qualité de votre composite carbone ne vient pas uniquement de celle de la fibre utilisée ou de son orientation,



Les accessoires du banc de test CADRIX pour torturer les cadres au niveau du boîtier de pédalier et du tube de selle, deux endroits stratégiques fortement sollicités.

CADRIX : un véritable challenge

Le challenge de Raptor Composites n'est finalement pas « comment réparer un cadre en carbone cassé », mais plutôt « comment prouver la qualité de réparation et la durée de vie du cadre réparé ». Ainsi est né l'année dernière le banc d'essai CADRIX, un banc unique de test pour cadre carbone. Il couple thermographie stimulée avec sollicitations mécaniques cyclées, pour analyser la structure d'un cadre de façon rapide et fiable. Il est conforme à la norme européenne ISO 4210 pour mettre en circulation un vélo. Il permet de vérifier les normes CE 14 781 (vélo route) & CE 14 766 (VTT) des cadres ainsi que des sollicitations multi-modes de structures carbone. La région Occitanie/ Pyrénées-Méditerranée a participé au financement de ce projet. Cyril Robert et son équipe rêvait d'un tel outillage pour avancer encore dans leur souci de fiabilité : « Cela nous permet



Deux fissures apparentes



Cadre réparé.



Cadre polis repeint et vernis.



Nicolas Augustyniak, rider confirmé DH et BMX, est responsable de l'atelier réparation. Tous les cadres et vélos passent entre ses mains expertes.

Les étapes de la réparation d'un cadre en carbone

ETAPE 1

Identification du cadre et du propriétaire. Constatation des dommages et identification des zones à réparer. Là où les zones endommagées sont souvent visibles, mais si elles ne le sont pas, le cadre est passé à l'épreuve du CADRIX.

ETAPE 2

Mise à nu de la zone ou des zones à reprendre.

ETAPE 3

Mise en place des faisceaux de fibre et de la résine Epoxy. La réparation ne consiste pas uniquement et simplement à reboucher une fissure, mais aussi à se rapprocher et reconstituer la structure originale de la zone concernée par la réparation. Pour cela, on utilise des tissus en carbone de grammages et architectures différents alliés à des résines époxy de hautes performances.

ETAPE 4

Passage en étuve instrumentée. Le cycle de cuisson est piloté par ordinateur et suit les préconisations des spécialistes qui permettent d'optimiser le résultat final avec les matériaux des divers constructeurs et ceux qui sont ajoutés par Raptor Composites. Un rapport est établi pour chaque passage en étuve et il est archivé pour d'éventuels contrôles ultérieurs.

ETAPE 5

Contrôle et finition. Après réparation, la pièce retrouve ses performances d'origine en termes de rigidité et de solidité.

ETAPE 6

Peinture et vernissage de la zone réparée ou de la totalité du cadre.



Après réparation, le cadre Time est testé au banc d'essai CADRIX.

« On peut tomber malheureusement sur un cadre haut de gamme d'une marque prestigieuse qui souffre vraiment d'un manque de qualité de fabrication, tout comme on peut constater un bon niveau de performance sur un cadre acheté à prix cassé, directement en Chine »

aujourd'hui de garantir une qualité et répétabilité de nos réparations. Voici un exemple de tests réalisés sur notre banc CADRIX afin de valider les réparations effectuées sur un cadre Time qui était fissuré en deux endroits. Ceci permet de voir les segments réparés sous contraintes actives. »

Le cas particulier des inserts au niveau des pattes

Nos spécialistes ont constaté que l'usure au niveau des pattes (appui des roues) est fréquente. D'autant plus que certaines marques ne prévoient aucun insert et c'est directement le carbone qui reçoit la pression exercée par les blocages de roues. Il fallait donc remédier à ce problème. Raptor Composite a développé un outil et créé un coffret dédié au remplacement ou à l'ajout d'inserts en titane de toutes dimensions. Aujourd'hui, si vous rencontrez un problème de jeu au niveau de vos blocages de roues, il vous en coûtera 180 euros et une semaine sans votre vélo pour lui donner une nouvelle jeunesse. Mais à moyen terme, l'idée est de proposer ce coffret aux vélocistes pour qu'ils puissent faire eux-mêmes la réparation moyennant une petite formation; ce qui permettrait au cycliste de payer moins cher (pas de transport) et de ne pas immobiliser son vélo.

Etat des lieux des cadres en carbone !

Pour être capable de vraiment réparer les cadres en carbone tout en maintenant un niveau de performance

équivalent au produit neuf, il fallait comprendre et connaître les processus de fabrication de toutes les marques, ainsi que les différentes fibres utilisées par les constructeurs. Alors, Cyril Robert et son équipe ont cassé des centaines de cadres pour prélever des échantillons et les passer au crible de leur machine de test et contrôle physico chimique DRTA (Dynamical Relaxation thermal analyseur). Cet appareil permet de déterminer précisément le comportement mécanique et le type de résine utilisée, mais aussi le comportement en température et la durée des cycles de cuisson pour les optimiser ainsi évaluer la qualité et les spécificités des matériaux composites testés. De son œil malicieux, Cyril Robert nous dit : « Globalement, les résultats sont bons, même si on a parfois quelques surprises dans un sens ou dans un autre... On peut tomber malheureusement sur un cadre haut de gamme d'une marque prestigieuse qui souffre vraiment d'un manque de qualité de fabrication, tout comme on peut constater un bon niveau de performance sur un cadre acheté à prix cassé, directement en Chine. En tous cas, aucune marque ne nous a totalement déçus ou impressionnés, sauf Look qui franchement nous bluffe par sa qualité et régularité de fabrication à haut niveau de performance. Une telle étude est nécessaire pour mettre au point un système de réparation à chaud de qualité équivalente à la fabrication du matériau d'origine proposé par le constructeur du cadre. Mais cela personne ne vous en parle ! »



Cyril Robert prend un malin plaisir à contrôler le processus de fabrication d'une multitude de cadres de toutes marques.



Même si ça y ressemble, ce n'est pas une machine à expresso qui trône sur son bureau, mais le DRTA, outil indispensable de contrôle des échantillons de carbone pour évaluer la qualité de fabrication.



Plus aucune marque n'a de secret pour Raptor Composites : chaque échantillon analysé a sa fiche et ses repères de niveau de performance.

Plus d'infos :

www.raptor-composites.com

Dans ce cas, aucun insert n'a été prévu par le fabricant, ce qui pénalise vraiment la durée de vie de ce cadre.



La mallette permettant de réparer facilement et rapidement les cadres au niveau des inserts.



L'outil positionné pour « greffer » un insert en titane où il n'y en a pas.

