



## Kit de démarrage de stratification en fibre de carbone

Ce kit de stratification en fibre de carbone Carbon Mods a été élaboré par des professionnels de la fibre de carbone possédant des années d'expérience dans les composites en fibre de carbone.

Les matériaux utilisés sont les meilleurs disponibles et, en tant que tel, ce kit est conçu pour les amateurs et les professionnels, y compris pour ceux qui découvrent les composites. Les pages suivantes devraient vous donner les conseils pratiques essentiels dont vous avez besoin pour produire vos propres pièces en fibre de carbone ou améliorer vos compétences grâce à des techniques d'atelier éprouvées.

### Contenu du kit

---

- Tissu en fibre de carbone sèche 3k sergé 2/2 de 0,3 m<sup>2</sup>
- Résine époxy de stratification 333g
- 166 g de durcisseur époxy
- 35 ml d'agent de démoulage PVA
- 2 paires de gants en latex, 2 pots de mélange, 2 bâtonnets de mélange
- Brosse à plastifier 1"
- tissu de verre tissé 0,3sq
- Ce guide du débutant

### Utilisations de ce kit

---

Parce que ce kit utilise uniquement des matériaux de qualité supérieure, il convient aussi bien à l'expérimentation novice qu'à un usage professionnel à petite échelle.

#### Utilisez ce kit pour :

- Expérimentez avec la fabrication de produits en fibre de carbone
- Renforcer un produit existant
- Réparer un produit en fibre de carbone tel qu'une canne à pêche, un mât/bôme de yacht, un capot de véhicule, etc. (cela nécessitera un certain degré de compétence et de connaissances en composites)
- Satisfaire un besoin urgent ou mineur de fibre de carbone et de résine dans un atelier professionnel de composites

### À quels résultats puis-je m'attendre ?

---

La qualité du résultat final auquel vous pouvez vous attendre variera considérablement en fonction de votre niveau de compétence pratique, d'effort et de persévérance. Cependant, le matériel contenu dans ce kit, combiné aux conseils pratiques contenus dans les guides imprimés et vidéo, est tout à fait capable de produire d'excellents résultats.

Dans le même temps, nous ne voulons pas vous donner des attentes irréalistes et, par conséquent, les personnes expérimentant pour la première fois la fibre de carbone (ou même les composites en général) devraient être

conscient qu'il est peu probable que les premières tentatives donnent des pièces esthétiquement parfaites. La qualité des matériaux utilisés garantira cependant que structurellement, les pièces resteront très performantes et à mesure que votre familiarité avec le processus et votre dextérité lors du travail avec le tissu s'amélioreront, la finition cosmétique des pièces ressortira.

## **Principes de stratification humide de la fibre de carbone**

---

En utilisant ce kit de stratification en fibre de carbone, vous produirez des pièces en fibre de carbone en utilisant un processus décrit comme laminage « par voie humide ». En effet, vous utiliserez de la résine époxy liquide pour « mouiller » le tissu sec en fibre de carbone, permettant ainsi à la résine de circuler dans et autour des fibres de carbone. Les fibres de carbone sont décrites comme le « renfort » et la résine comme la « matrice ». Une fois la résine durcie, ce sont les propriétés combinées des fibres de carbone et de la matrice époxy (ensemble, un composite) qui rendent le matériau si résistant.

Lorsque vous stratifiez un produit, vous déposez de la fibre de carbone à l'intérieur d'un moule. Lorsque le produit est retiré du moule, c'est le matériau qui était en contact avec le moule qui devient votre côté « fini », ce qui signifie que la partie importante (pour créer le produit le plus beau) est la façon dont la première couche de fibre de carbone est posée dans le moule. Les couches ultérieures de fibre de carbone ou autre renfort ne seront pas visibles à la surface de la pièce.

## **Choisir ou fabriquer un moule approprié**

---

Avant de pouvoir réaliser votre première pièce en fibre de carbone, vous devrez trouver ou fabriquer un moule adapté. Cela peut être aussi simple qu'une feuille de plastique si vous réalisez une feuille plate ou un moulage complexe en fibre de verre dans le cas d'une pièce plus détaillée. Quoi que vous utilisiez comme moule pour votre pièce, vous devrez vous assurer que sa finition de surface est aussi bonne que vous le souhaitez et que vous évitez que la pièce en fibre de carbone n'y colle.

### **Moules pour expérimentation ou formes simples**

Un bon point de départ pour l'expérimentation ou pour des pièces relativement simples avec des morceaux de plastique (comme le polypropylène) assemblés ensemble pour créer votre forme de base. Les lignes de joint peuvent être améliorées en « perlant » de la pâte à modeler dans un rayon le long de la ligne de joint, garantissant que lorsque la pièce est retirée du moule, elle aura des coins plus lisses et arrondis.

Alternativement, si vous pouvez trouver une pièce en plastique ou en métal qui a déjà la bonne forme (ou une partie de celle-ci l'est), cela fera également un excellent moule pour votre pièce. Dans notre atelier, nous avons utilisé des récipients Tupperware de taille pratique et même des bols à curry pour fabriquer des pièces uniques comme des couvercles et même des modules d'enceintes.

### **Moules pour pièces de production ou formes plus sophistiquées**

Les lamineurs commerciaux utilisent généralement des moules en fibre de verre pour produire des pièces en fibre de carbone par voie humide. Les moules en fibre de verre peuvent prendre n'importe quelle forme et peuvent être largement polis à l'intérieur afin que les pièces en fibre de carbone sortent du moule avec une finition de surface très brillante.

Des informations sur la fabrication d'un moule standard en fibre de verre sont facilement disponibles en ligne et des liens utiles ont été ajoutés à la page « Liens » sur [www.carbonmods.co.uk](http://www.carbonmods.co.uk) pour vous orienter dans le

bonne direction. Lorsque vous fabriquez un moule en fibre de verre à utiliser avec le kit de démarrage de stratification en fibre de carbone, vous devez toujours utiliser une résine époxy de bonne qualité pour garantir une compatibilité maximale avec la pièce en fibre de carbone et l'agent de démoulage et réduire le risque de déformation du moule.

#### **Kit de démarrage pour la fabrication de moules Carbon Mods**

Comprenant que pour de nombreuses personnes qui débutent dans le laminage de composites, le processus de fabrication d'un moule en fibre de verre à partir de zéro est pour le moins intimidant et compliqué, nous avons mis au point un kit séparé, un guide et un didacticiel vidéo pour couvrir le sujet.

Conçu spécifiquement pour ceux qui recherchent le moyen le plus rapide et le plus simple de fabriquer des moules de haute qualité à partir desquels fabriquer des pièces en fibre de carbone, notre kit de démarrage pour la fabrication de moules utilise une approche très moderne de la fabrication de moules. Cette méthode utilise un matériau semblable à un mastic à base d'époxy qui peut être façonné autour d'une pièce d'origine, durci, démoulé puis utilisé immédiatement comme moule.

Notre kit de démarrage pour la fabrication de moules n'est en aucun cas une exigence pour fabriquer des pièces en fibre de carbone, mais plutôt pour les pièces. Cependant, si vous souhaitez créer un moule détaillé et que vous n'êtes pas sûr ou que vous n'avez pas les matériaux nécessaires pour fabriquer des moules en fibre de verre, le kit peut vous être très utile.

## **Guide pratique étape par étape**

---

*Avant de commencer à réaliser votre première pièce nous vous proposons :*

- 1.Regardez le guide vidéo du kit de démarrage de stratification en fibre de carbone sur [www.carbonmods.co.uk](http://www.carbonmods.co.uk) (dans la section Guides)
2. Assurez-vous que vous disposez de suffisamment d'espace pour travailler, que la zone de travail est exempte de poussière et protégée avec du papier journal ou similaire si nécessaire.
- 3.Il faut avoir à portée de main une balance, un sèche-cheveux, un jeu de ciseaux pointus et un chiffon non pelucheux.
4. Ayez quelque chose d'approprié à utiliser comme moule.

### **Étape 1 – Appliquer un agent de démoulage sur le moule**

La première étape consiste à préparer la surface de votre moule pour éviter que la pièce en fibre de carbone n'y colle. Le kit comprend un petit récipient d'agent de démoulage PVA de couleur bleue. Les alternatives à cela incluent la cire de démoulage ou rien du tout dans le cas d'une surface de moule à laquelle la résine époxy ne collera pas (comme le plastique polypropylène). Pour vous en assurer, nous vous suggérons d'utiliser le PVA inclus dans le kit, quelle que soit la composition de votre moule.

Commencez par verser environ un bouchon d'agent démolant sur un chiffon non pelucheux. En utilisant un chiffon non pelucheux (disponible dans la plupart des supermarchés, quincailleries, etc.), vous éviterez que de petites taches du chiffon ne contaminent le revêtement d'agent de démoulage.

Commencez à essuyer doucement l'agent de démoulage sur la surface de votre moule à l'aide du chiffon. La coloration bleue de l'agent de démoulage est là pour vous aider à voir où vous êtes allé et quelle est l'épaisseur de la couche d'agent de démoulage. Idéalement, vous recherchez une couche fine mais cohérente d'agent de démoulage sur toute la surface du moule. Vous devrez ajouter de l'agent de démoulage sur votre tissu au fur et à mesure.

En aucun cas, ne laissez aucune des surfaces du moule être sans revêtement, sinon vous rencontrerez le redoutable « autocollant » où votre pièce sera collée rapidement au moule.

Une fois que vous avez soigneusement enduit la pièce (en vous assurant d'avoir appliqué l'agent dans les coins difficiles), placez le moule de côté et laissez-le pendant environ 20 minutes jusqu'à ce qu'il soit sec au toucher.

**CONSEIL:** Appliquer une petite quantité d'agent démoulant sur une partie du moule qui ne sera pas utilisée dans la pièce finie. De cette façon, vous pouvez effectuer votre test de séchage au toucher sans risquer de marquer le PVA sur la surface de travail du moule.

## Étape 2 – Mélanger la résine époxy et le durcisseur pour la couche de surface

Mettez une paire de gants en latex. Mettez l'un des pots de mélange sur votre balance et mesurez 2 parties de résine époxy avec 1 partie de durcisseur époxy dans le même pot. Par exemple, 10 g de durcisseur doivent être mélangés à 20 g de résine. Essayez de mesurer suffisamment de résine totale pour donner à l'intérieur de votre moule une fine couche de résine.

À l'aide de l'un des bâtonnets mélangeurs, mélangez soigneusement la résine et le durcisseur. Dans la vidéo, ce processus a été raccourci, mais en réalité, vous devriez passer quelques bonnes minutes à mélanger les deux parties, d'autant plus qu'à des températures ambiantes plus froides, elles peuvent être très épaisses. Assurez-vous de mélanger toute la résine et le durcisseur des bords du pot, car les parties non mélangées ne durciront pas et ruineront votre pièce finie.

## Étape 3 – Appliquer la couche de surface de résine époxy

**EXPLICATION:** Dans cette étape suivante, nous mélangeons de la résine époxy avec un durcisseur époxy pour réaliser une couche de surface pour notre part. La couche de surface fournira une fine couche de résine transparente sur la surface de notre pièce sans aucun renfort en fibre de carbone. La raison pour laquelle nous faisons cela est de créer une pièce avec une finition lisse et brillante, exempte de toute fibre touchant la surface, ce qui signifie que tout travail de polissage ou de réparation que nous effectuons sur la surface de la pièce ne traversera pas les fibres et ne nuira pas à la brillance de la pièce. La deuxième raison de cette étape est de créer une surface collante sur laquelle nous pouvons presser le tissu de carbone, le maintenant en place pendant que nous le mouillons avec de la résine, l'empêchant, espérons-le, de se décoller (ou de se combler) de la surface du moule. et créer ce que nous appelons la suppression.

Ensuite, toujours en portant les gants en latex et à l'aide du pinceau à plastifier 1", appliquez une couche fine et uniforme de résine mélangée sur la surface du moule. Assurez-vous de mettre la résine dans tous les coins difficiles du moule, mais faites très attention à ne pas vous retrouver avec d'épaisses flaques de résine dans ces zones, sinon la pièce finie aura des coins visiblement « laiteux » où se trouve une épaisse couche de résine. résine obscurcissant la fibre de carbone en dessous.

Une fois cette couche appliquée, posez le moule sur une face et laissez poser entre 1h30 et 4 heures selon la température de la pièce dans laquelle vous travaillez. La résine durcira plus rapidement dans une pièce plus chaude et plus lentement dans une pièce plus froide. . Continuez à vérifier jusqu'à ce que la résine dans le moule soit légèrement ferme et collante. Si votre gant colle légèrement à la résine sans que rien ne se détache du gant, alors le niveau d'adhérence est à peu près correct.

**CONSEIL:** Dans un atelier de composites, la résine est nettoyée des brosses et autres équipements de stratification avant de durcir à l'acétone. En tant que plastifieuse amateur, votre meilleur accès à quelque chose de similaire serait un grand récipient de dissolvant pour vernis à ongles, ce qui est essentiellement la même chose. Nous l'incluons dans le kit mais c'est

la volatilité rend l'expédition dangereuse. Utilisez généreusement du dissolvant pour vernis à ongles dans un pot pour rincer la brosse et tout autre équipement afin de pouvoir les réutiliser. Vous pouvez également envelopper votre pinceau dans un film plastique et le conserver au congélateur. La basse température empêchera la résine de durcir, vous pourrez donc simplement la décongeler et l'utiliser la prochaine fois que vous plastifierez !

#### Étape 4 – Couper le tissu de carbone

Nous sommes maintenant prêts à commencer à travailler avec le tissu de carbone lui-même. Si vous ne l'avez pas déjà fait, retirez-le délicatement du tube et posez-le sur une surface de travail plane et propre. Ne posez jamais de tissu sur une surface de travail contenant de la poussière, une surface inégale ou rugueuse ou des contaminants, car c'est le moyen le plus simple d'abîmer un produit. La poussière ou la saleté s'accrochera au tissu et sera visible sur la surface de votre pièce et une surface rugueuse (comme une surface avec des éclaboussures ou des éclats de résine) peut accrocher le tissu et le déformer.

Déterminez la quantité de tissu dont vous aurez besoin pour recouvrir la surface du moule. Vous pouvez le faire au préalable en utilisant un gabarit en papier pour les formes compliquées ou pour les formes plus simples (comme celle montrée dans la vidéo), nous pouvons faire une estimation, en visant toujours à être légèrement surdimensionnés comme marge d'erreur.

**CONSEIL:** L'astuce présentée dans la vidéo pour marquer le tissu avant de le couper avec des ciseaux consiste à isoler soigneusement un seul « câble » de fibres de carbone et à les retirer doucement du tissage. Cela crée une ligne parallèle au reste du tissage que vous pouvez couper, aidant à éviter l'effilochage et garantissant que votre ligne de coupe reste nette. Si vous essayez cette technique vous-même, utilisez votre autre main pour maintenir délicatement le tissu à plat à l'autre extrémité de la pièce afin d'éviter qu'il ne se froisse lorsque vous retirez le fil.

#### Étape 5 – Poser le tissu de carbone dans le moule

Il est maintenant temps de procéder à la pose très importante du tissu de carbone dans le moule. Ceci n'est critique que la première fois que vous le faites, car les couches suivantes ne seront pas visibles dans la pièce finie, elles ne feront qu'apporter une épaisseur et une rigidité supplémentaires.

Drapez le tissu très lâchement sur la surface collante du moule, en lui permettant d'entrer en contact le moins possible. Une fois en position, commencez à appliquer une très légère pression sur le tissu au centre de votre moule, puis sortez en vous assurant qu'il y a suffisamment de tissu disponible afin d'éviter de « combler » les contours de la surface du moule. C'est l'une des techniques importantes à maîtriser et lorsque vous réaliserez des pièces pour la première fois, c'est probablement là que vos imperfections apparaîtront. Une fois que le tissu a été pressé contre la résine époxy collante à la surface du moule, toute tentative ultérieure de le déplacer perturbera les fibres et nuira à la finition cosmétique de la pièce.

Continuez à travailler doucement jusqu'à ce que le tissu soit posé à plat sur toute la surface du moule. Si le tissu commence à adhérer aux bords avant d'y arriver, utilisez votre main libre pour empêcher le tissu de toucher les bords du moule pendant que vous progressez du centre vers les bords, « introduisant » efficacement le tissu avec votre main de rechange.

Le tissu sergé 2/2 inclus dans le kit de plastification est particulièrement efficace pour draper les contours ronds et peut être manipulé pour suivre la plupart des formes sans avoir besoin de lignes de coupe. Si vous ne pouvez pas arrondir le tissu sans le couper et le joindre, il est alors acceptable de couper et de chevaucher le tissu selon les besoins, mais évitez cela autant que possible pour le bien de l'aspect esthétique de la pièce.

## Étape 6 – Tissu mouillé

Vous êtes maintenant prêt à « mouiller » le tissu sec en utilisant un peu plus de durcisseur époxy et de résine mélangés. Utilisez les mêmes ratios durcisseur/résine et technique de mélange décrits à l'étape 2. Vous aurez besoin d'au moins deux fois plus de résine pour cette étape suivante que celle utilisée pour la couche de surface.

Encore une fois, à l'aide de votre pinceau à plastifier de 1" (soit nettoyé avec de l'acétone/du dissolvant pour vernis à ongles, soit conservé au congélateur), commencez à appliquer la résine mélangée sur le tissu de carbone sec. Essayez d'en appliquer juste assez pour mouiller complètement le tissu sans l'inonder. La pièce finie finale (du point de vue de la résistance) utilisera le moins de résine possible tout en entourant entièrement toutes les fibres de résine.

Utilisez le pinceau pour presser la résine dans le tissu, ne l'utilisez pas comme un pinceau car cela pourrait entraîner la fibre de carbone avec lui et déformer le tissage en surface. Continuez cette action de pointillage pour bien faire pénétrer la résine dans le tissu, en vous assurant de bien la faire pénétrer dans les coins ou contours difficiles.

**CONSEIL:** A ce stade, vous pouvez utiliser un sèche-cheveux ou un pistolet thermique pour réchauffer doucement la résine, réduisant ainsi sa viscosité et lui permettant de circuler librement autour des fibres de carbone. Attention à ne pas surchauffer la pièce, cela accélérerait inutilement le processus de durcissement et pourrait endommager le moule. Vous verrez souvent de minuscules bulles à la surface de la résine, indiquant que l'air emprisonné dans et autour des fibres s'est échappé, ce qui est une bonne nouvelle pour la résistance et la finition de la pièce.

N'ayez pas peur d'utiliser votre doigt pour presser le tissu dans les coins ou les contours si nécessaire.

## Étape 7 – Appliquer des couches supplémentaires de fibre de carbone

**EXPLICATION:** Dans cette étape suivante, nous ajoutons des couches supplémentaires de renfort en fibre de carbone à la pièce. Il s'agit de renforcer sa résistance et peut comprendre entre une et dix couches ou plus, en fonction de la résistance que la pièce finie doit avoir. Il serait possible de réaliser une pièce sans couches supplémentaires de fibre de carbone mais cela signifierait une pièce très fine et flexible. De plus, l'ajout de couches supplémentaires de renfort empêchera la lumière d'être vue à travers les espaces entre les fibres de carbone à la surface.

En utilisant le reste de la résine que vous avez mélangée pour l'étape 6, ajoutez le nombre requis de couches supplémentaires de renfort en fibre de carbone en utilisant une méthode similaire à celle décrite dans la section précédente, bien que garder le tissage aussi soigné que possible ne soit plus nécessaire puisque ces couches de carbone la fibre ne sera pas visible à la surface de la pièce finie.

**CONSEIL:** Le kit comprend un morceau de tissu de verre tissé de 300 mm x 1 000 mm que vous pouvez utiliser à la place de la fibre de carbone pour ces couches de renfort supplémentaires si la résistance de votre pièce finie n'est pas critique. Le tissu de verre tissé est inférieur à 1/10<sup>ème</sup> du prix du tissu en carbone et constitue toujours un bon renfort, surtout lorsqu'il est utilisé avec la qualité de la résine époxy incluse dans le kit.

## Étape 8 – Ranger et laisser durcir

Une fois que vous avez ajouté toutes les couches supplémentaires de fibre de carbone ou de renfort en verre tissé que vous souhaitez à votre pièce, utilisez vos ciseaux pour couper tout excédent de tissu autour du bord du moule. Vous voulez laisser suffisamment de surplomb pour vous assurer d'avoir un endroit où saisir le

partie lorsque vous venez de la démouler, mais retirez tout excédent qui pourrait draper et éventuellement provoquer le durcissement du tissu en le tenant éloigné de la surface du moule.

**CONSEIL:** Utilisez de l'acétone ou du dissolvant pour vernis à ongles sur vos ciseaux après avoir coupé du tissu mouillé avec eux pour éliminer toute trace de résine avant qu'elle n'ait le temps de durcir.

Une fois que vous avez coupé l'excédent, vérifiez à nouveau la pièce pour vous assurer que tout le tissu est consolidé et toujours bien en place dans tous les coins et contours difficiles. Prenez le temps que vous souhaitez pour faire cela car il vous restera encore beaucoup de « vie en pot » dans la résine.

Une fois que vous êtes satisfait, placez votre pièce d'un côté dans un endroit sûr pour qu'elle durcisse complètement.

Les temps de durcissement typiques seront d'environ 8 heures à une température ambiante de 20°C. Pour des conditions plus froides, attendez une journée complète ou jusqu'à ce que la pièce soit complètement durcie au toucher.

### Étape 9 – Partie de libération

N'essayez jamais de libérer une pièce jusqu'à ce qu'elle soit complètement durcie, cela endommagerait presque certainement la pièce.

Une fois que vous êtes sûr que la pièce est complètement durcie et prête à être démoulée (tapotez-la bien avec vos ongles), commencez par éloigner le surplomb de la surface du moule tout autour du bord du moule. Faites très attention à éviter les éclats pointus de carbone renforcé entourant la pièce. Une fois que vous avez fait cela, essayez de saisir une partie du surplomb avec vos doigts et de retirer la pièce du moule.

Si cela ne disparaît pas, répétez tout le processus avec plus de force jusqu'à ce que ce soit le cas. En dernier recours, des cales en plastique enfoncées dans les interstices entre le moule et la pièce peuvent être utilisées, tout comme les tarauds d'un maillet en caoutchouc. Il convient de noter que la pièce devrait se détacher du moule assez facilement et que si une force supérieure à une légère force est requise, la couche de PVA n'a probablement pas été appliquée correctement.

## Couper et rogner la pièce

Une fois libérée, la pièce peut désormais être découpée et finie. Des informations sur les meilleures techniques pour ce faire peuvent être trouvées dans notre guide Couper et façonner le carbone dans la section Guides sur [www.carbonmods.co.uk](http://www.carbonmods.co.uk)

### Polissage et entretien

Étant donné que la pièce a été fabriquée en utilisant une couche transparente de résine comme couche de surface avant que du carbone ne soit déposé, il y a une fine couche sur la pièce qui peut être polie sans percer les fibres de carbone. Cela signifie qu'un degré de frottement et de polissage peut être effectué sur la pièce pour lui donner un brillant élevé (si la surface du moule n'était pas déjà très brillante). Ceci est utile pour polir la finition légèrement mate que l'agent de démoulage PVA peut laisser sur les pièces finies ou pour polir les rayures si la pièce était endommagée à l'avenir.

Des pâtes de coupe fines et des composés à frotter peuvent également être utilisés pour polir la pièce finie et les vernis et cires pour automobiles sont tous parfaitement sûrs à utiliser sur votre pièce pour une brillance ultime.